

# 數位影碟機主軸馬達伺服控制系統之研究

呂思遠、鄭鴻儀

E-mail: 9314616@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本文針對光碟機朝著高轉速、高穩定的發展下，所衍生對主軸馬達伺服控制系統之問題，進行光碟機主軸馬達之等轉速控制的研究，主要探討在向量控制架構下，針對光碟機主軸馬達伺服控制系統，設計比例積分、可變結構兩種速度控制器，並加以分析模擬比較。並且利用FPGA單晶片配合所設計之三相120度方波主軸馬達驅動電路，完成光碟機主軸馬達之驅動控制。以期能獲得等轉速控制之動態響應的改善，並且達到低成本、高彈性的特性。

關鍵詞：主軸馬達；向量控制；比例積分控制器；可變結構控制器；FPGA單晶片

## 目錄

目錄封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
.....v 英文摘要.....	vi
.....vii 目錄.....	viii
.....xi 表目錄.....	xiii
說明.....	xiv
第一章 緒論 1.1 前言.....	1
.....1.2 研究動機與目的.....	1
.....1.3 文獻回顧.....	2
1.4 論文架構.....	3
第二章 光碟機伺服系統 2.1 光碟機系統架構.....	5
.....2.2 主軸馬達伺服控制系統.....	7
.....2.2.1 等線速度模式.....	8
.....2.2.2 等角速度模式.....	8
.....2.2.3 區域性定線速度(Zone CLV)模式.....	9
.....2.2.4 混合型(CAV-CLV)模式.....	9
第三章 主軸馬達控制系統分析 3.1 主軸馬達之簡介.....	11
.....3.1.1 主軸馬達之結構.....	11
.....3.1.2 無刷直流馬達與霍爾元件工作原理.....	13
3.2 主軸馬達數學模式.....	16
.....3.2.1 動態方程式推導.....	16
.....3.2.2 向量控制法則.....	18
.....3.3 比例積分控制器(PI controller)之設計.....	25
.....3.4 可變結構系統之設計.....	30
.....3.4.1 順滑模態.....	32
.....3.4.2 順滑函數之選擇.....	35
.....3.4.3 控制法則之設計.....	38
.....3.4.4 可變結構參數設計.....	39
第四章 主軸馬達伺服系統實驗架構 4.1 實驗架構.....	43
.....4.2 主軸馬達驅動電路之設計.....	44
.....4.2.1 功率電晶體MOSFET.....	46
.....4.2.2 光耦合元件.....	46
第五章 實驗結果 5.1 實測波形.....	49
.....5.2 未來展望.....	53
第六章 結論與未來展望 6.1 結論.....	55
.....參考文獻.....	58
.....附錄A.....	58

## 參考文獻

- [1] 應台發, “光碟機主軸馬達發展與演進”, 光學工程, 第67期, Sep., 1999.
- [2] Murai, Y., Kawase, Y., Ohashi, K., Nagatake, K. and Okuyama, K., “Torque Ripple Improvement for Brushless DC Miniature Motors,” IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. 25, No. 3, pp. 441-450, May/June, 1989.
- [3] Sorin, G. Stan and Jan, L. Bake, “Adaptive-speed Algorithm for CD-ROM System,” IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 42, No. 1, pp. 43-51, Feb., 1996.
- [4] 王中呈, 高倍速光碟機無刷式主軸馬達之研究, 國立交通大學控制工程研究所碩士論文, 1996.
- [5] 楊宇助, 光碟機變速讀取模式與主軸馬達轉速控制之分析, 國立交通大學控制工程研究所碩士論文, 1997.
- [6] 王信博, 光碟機之主軸伺服控制晶片之設計與實作, 國立清華大學動力機械工程學系碩士論文, 2000.
- [7] 潘彥光等, “直流無刷主軸馬達的模擬”, 機械月刊, 第二十七卷第九期, 2001.
- [8] 陳汝城, 光碟機主軸馬達之滑動觀測器設計與實作架構建立, 私立中原大學機械工程學系碩士論文, 2003.
- [9] 李佩謙, “唯讀光碟機之伺服系統”, 光電資訊, 第27期, 1995.
- [10] 曾乃恆, “DVD Chipset解決方案”, 新電子科技雜誌, 第179期, Feb., 2001.
- [11] 郭利德, “光碟機的運轉推手-主軸馬達”, 新電子科技雜誌, 第179期, Feb., 2001.

- [12] Pillay, P. and Krishnan, R., " Modeling, Simulation, and Analysis of Permanent-Magnet Motor Drives, Part II: The Brushless DC Motor Drive," IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. 25, No. 2, , pp. 274-300, March/April , 1989.
- [13] 黃昌圳校閱, 孫清華編譯, 最新無刷直流馬達 , 全華科技圖書股份有限公司, 2001。
- [14] 廖福奕編譯, 小型馬達技術 , 全華科技圖書股份有限公司, 2003。
- [15] 吳仁琛, 系統整合與應用-光碟機 , 全華科技圖書股份有限公司, 2000。
- [16] Schuler, C. A. and McNamee, W. L., Industrial Electrics and Robotics, McGraw-Hill Inc., New York, 1986.
- [17] Vas, P., Vector Control of AC Machines, Oxford University Press, New York, 1990.
- [18] 劉昌煥, 交流電機控制:向量控制與直接轉矩控制原理 , 東華書局股份有限公司, 2001。
- [19] 詹前茂, 電機驅動控制理論與實驗 , 新文京開發出版股份有限公司, 2003。
- [20] 陳永平, 可變結構控制設計 , 全華科技圖書股份有限公司, 2000。
- [21] Utkin, V. I., Sliding Modes and Their Application in Variable Structure Systems, Moscow: MIR Publishers, 1978.
- [22] 陳連春編譯, 電功率MOSFET應用技術 , 建興出版社, 1990。
- [23] Hong Le-Huy, " Modeling and Simulation of Electrical Drives using MATLAB/Simulink and Power System Blockset," IEEE IECON'01, pp. 1603-1611, 2001.
- [24] SimPowerSystems For Use with Simulink, User ' s Guide, Version 3, The Mathworks Inc., 2003.
- [25] TDS2024 Digital Storage Oscilloscope, User ' s Guide, The Tektronix Inc., 2001.