

線性直流無刷馬達-自調式DSP控制器之設計

曾世峰、周鵬程，黃繼震，黃其泮

E-mail: 9019287@mail.dyu.edu.tw

摘要

由於線性馬達能夠直接驅動負載，不須經過種種的傳動元件，使得馬達控制系統的非線性因素減少。加上其動態響應特性佳、定位精度高、靜態剛性強與不易產生粉塵等優點，已漸漸取代由傳統式的旋轉馬達所整合而成的精密工具機。而線性馬達的控制系統設計，由於積體電路的蓬勃發展，也使得控制系統的數位化已成為未來的趨勢。本篇論文的研究重點在於，以全數位化控制器來實現線性馬達與旋轉馬達的控制系統，並驗證分析此兩系統的異同點，加上提出一馬達系統參數自調式的方法，使得在設計控制器時，能正確的鑑別出馬達模式，再輔以實驗與模擬的對照，來證明所鑑別出來的系統與實際系統的相似度。

關鍵詞：無

目錄

第一章 序論	P1
1.1 研究動機	P1
1.2 研究目的	P3
1.3 研究步驟	P6
1.4 系統架構	P6
1.5 內容大綱	P11
第二章 直流伺服馬達的基本工作原理與架構	P12
2.1 馬達的基本工作原理	P12
2.2 直流有刷馬達工作原理	P15
2.2.1 直流有刷馬達伺服控制架構	P19
2.3 直流無刷馬達工作原理	P20
2.3.1 直流無刷馬達伺服控制架構	P24
2.4 線性直流無刷馬達工作原理	P25
2.4.1 線性直流無刷馬達伺服控制架構	P31
2.5 伺服無刷旋轉馬達與線性馬達之比較	P32
2.5.1 霍耳元件(HALL EFFECT SENSOR)	P33
2.5.2 光學編碼器(PHOTO ENCODER SENSOR)	P36
2.5.3 線性與旋轉馬達的速度單位轉換	P44
第三章 馬達控制參數自調式原理	P46
3.1 伺服馬達的控制參數調整	P48
3.2 電流控制迴路	P50
3.3 扭力與磁場向量控制	P54
3.4 速度控制迴路	P58
3.5 位置控制迴路	P60
第四章 旋轉馬達之應用與實驗	P62
4.1 旋轉馬達的系統架構	P62
4.2 電流控制迴路參數調整	P65
4.2.1 調整電流量測的偏移量	P65
4.2.2 電流開迴路參數估測	P67
4.2.3 電流控制迴路的控制器設計	P72
4.2.4 閉迴路電流控制與模擬比對	P77
4.3 向量控制迴路	P79
4.4 速度控制迴路	P83
4.4.1 速度開迴路參數估測	P84
4.4.2 速度控制迴路的控制器設計	P87
4.4.3 閉迴路速度控制與模擬比對	P89
4.4.4 顯示參數自調式的建議參數	P91
4.5 位置控制迴路	P92
第五章 線性馬達之應用與實驗	P96
5.1 線性馬達的系統架構	P96
5.2 電流控制迴路參數調整	P99
5.2.1 調整電流量測的偏移量	P99
5.2.2 電流開迴路參數估測	P100
5.2.3 電流控制迴路的控制器設計	P101
5.2.4 閉迴路電流控制與模擬比對	P102
5.3 向量控制迴路	P103
5.4 速度控制回路	P106
5.4.1 速度開迴路參數估測	P106
5.4.2 速度控制迴路的控制器設計	P107
5.4.3 閉迴路速度控制與模擬比對	P108
5.4.4 顯示參數自調式的建議參數	P110
5.5 位置控制迴路	P111
第六章 控制系統的SIMULINK系統模擬	P114
6.1 電流控制系統的系統模擬	P114
6.2 速度控制系統的系統模擬	P115
6.3 位置控制系統的系統模擬	P117
第七章 系統穩定性與參數自調式之理論分析	P119
7.1 羅斯-赫維茲穩定準則(ROUTH-HURWITZ STABILITY CRITERION)	P119
7.1.1 系統電流控制迴路之穩定性	P122
7.1.2 系統速度控制迴路之穩定性	P125
7.2 實際參數自調式系統之理論分析	P131
7.2.1 電流控制迴路之分析	P131
7.2.2 簡化速度控制迴路之分析	P134
7.2.3 速度控制迴路之分析	P137
第八章 結論	P144
參考文獻	P146

參考文獻

1. "SERVOSTAR PRODUCT SERIES INSTALLATION AND SETUP MANUAL M-SU-000-H ISSUE 6", KOLLOMOR -GEN.
2. "AC伺服馬達驅動器MINAS-A系列操作說明書", PANASONIC.
3. TMS320F/C24X DSP CONTROLLERS REFERENCE GUIDE, PERIPHERAL LIBRARY AND SPECIFIC DEVICES, NUMBER SPRU161C, TEXAS INSTRUMENT, JUNE 1999.
4. CODE COMPOSER USER'S GUIDE, NUMBER SPRU296, TEXAS INSTRUMENT, FEBRUARY 1999.
5. TMS320C2XX C SOURCE DEBUGGER USER'S GUIDE, NUMBER SPRU151, TEXAS INSTRUMENT, 1995.
6. ARONSON, R.B., "ATTACH OF THE LINEAR MOTOR," MANUFACTURING ENGINEERING, 1997 MAY, PP. 60-71.
7. BASAK, A., "PERMANENT-MAGNET DC LINEAR MOTORS," OXFORD UNIVERSITY PRESS INC., 1996.
8. TADASHI EGAMI AND TAKESHI TSUCHIYA, "DISTURBANCE SUPPRESSION CONTROL WITH PREVIEW ACTION OF LINEAR DC BRUSHLESS MOTOR", IEEE TRANS. IND. ELECTRON., VOL. 42, NO. 5, PP494-500, 1995.
9. 蔡明棋, "A SURVEY ON SERVO SYSTEM DESIGN FOR LINEAR MOTORS", 中科院委託學界研究計畫期中報告, 計畫編號:86-R-49, 86年。
10. YING-YU TZOU, "FPGA REALIZATION OF SPACE-VECTOR PWM CONTROL IC FOR THREE-PHASE PWM INVERTERS", IEEE TRANS. POWER ELECTRON., VOL. 12, NO 6, PP953-963, 1997.
11. C.K.LEE AND N.M.KWOK, "A BLDCM SERVO SYSTEM USING A VARIABLE STRUCTURE CONTROLLER WITH AN ADAPTIVE SWITCHING SLOPE", IEEE 1995, PP1352-1357.

12. ASTROM, K. J., T. H. LEE, K. K. TAN, AND K. H. JOHANSSON, "RECENT ADVANCES IN RELAY FEEDBACK METHODS - A SURVEY," IEEE , PP. 2616-2621, 1995. 13. USING SIMULINK, VERSION 3.0, THE MATHWORKS, INC. 1999. 14. WILLIAM S. LEVINE, "USING MATLAB TO ANALYZE AND DESIGN CONTROL SYSTEMS", SECOND EDITION, THE BENJAMIN/CUMMINGS PUBLISHING INC. 1995. 15. 周鵬程, "MATLAB程式語言入門", 全華科技圖書股份有限公司, 1998. 16. 周鵬程, "線性與非線性控制設計-活用MATLAB", 全華科技圖書股份有限公司, 2000. 17. TITAN SERIES MOTION CONTROL CARD - PROGRAMMER'S GUIDE, SYSCOR RESEARCH & DEVELOPMENT INC. 1999. 18. 黃漢邦, "自動控制系統", 東華書局股份有限公司, 1997. 19. 張富傑, "CONTROLLER DESIGN AND IMPLEMENTATION FOR THE IRONLESS LINEAR BRUSHLESS DC MOTOR", 大葉大學碩士論文, 2000. 20. 林梓誠, "高功率線性馬達驅動器之設計", 清華大學, 2000. 21. FRANKLIN, G. F., J. D. POWELL, AND EMAMI-NAEINI, "FEEDBACK CONTROL OF DYNAMIC SYSTEMS", CHAP. 7, 3RD EDITION, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1994. 22. ASTROM, K. J. AND T. HAGGLUND, "AUTOMATIC TUNING OF PID CONTROLLERS", INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA, 1988. 23. 洪錦魁, "TURBO C入門與應用-徹底剖析", 文魁資訊股份有限公司, 1998. 24. 施威銘, "TURBO C語言實務", 旗標出版有限公司, 1993. 25. 林清樺, 林義讓, "線性搬運技術與應用", 全華科技圖書股份有限公司, 1995. 26. ASTROM, K. J. AND T. HAGGLUND, C.C. HANG, AND W. K. HO, "AUTOMATIC TUNING AND ADAPTA TION FOR PID CONTROLLERS - A SURVEY," IFAC J. CONTR. ENG. PRACTICE, VOL. 1, NO. 4, PP. 699-714, 1993.