

內藏式永磁同步馬達之設計與同動控制

許潔一、陳盛基

E-mail: 9607742@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文內容分為兩個部份，首先針對4極24槽內藏型永磁同步馬達進行磁路及有限元素分析，以驗證馬達之特性。利用二維有限元素軟體Maxwell 2D建立馬達之磁路分析模型，並使用數學運算軟體Matlab計算馬達之各項特性參數，且將上述兩項之結果與實際值進行比對。第二部份進行雙馬達之同步運動控制研究，利用兩具內藏型永磁同步馬達，配合TMS320F243數位訊號處理器(DSP)晶片為核心之運動控制卡與馬達驅動器作為基本實驗架構，先進行單軸馬達之系統鑑別，並找出雙軸馬達間系統轉移函數之差異性，進而設計出個別之PI控制器並適時加入控制策略，以達到馬達能同步運動之特性。

關鍵詞：內藏型永磁同步馬達；有限元素分析；數位訊號處理器；同步運動控制

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv
.	iv	英文摘要	v
.	vi	誌謝	vii
.	vi	目錄	viii
.	x	圖目錄	xiii
.	xiii	第一章 序論	1
研究動機	1	1.1 文獻回顧	2
.	1	1.2 研究方法	4
.	4	1.4 內容綱要	4
設計與分析	6	第二章 永磁同步馬達之	6
.	6	2.1 前言	6
.	7	2.2 馬達材料簡介	7
.	7	2.2.1 永磁材料	7
.	9	2.2.2 鐵心材料	9
.	9	2.3 永磁同步馬達設計原理	11
.	13	2.3.1 馬達需求及條件	13
.	13	2.3.2 永磁同步馬達的轉子型態	14
.	14	2.3.3 轉子極數	16
馬達之繞線設計	20	2.3.4 馬達基本特性	21
.	20	2.3.5 馬達繞線之相電阻計算	21
性分析	22	2.4 馬達特性常數之定義	23
.	22	2.4.1 馬達特性常數之計算	23
.	24	2.4.2 馬達特性常數之計	24
.	24	2.5 內藏型永磁同步馬達之等效磁路分析換算	26
.	26	2.5.1 內藏型永磁同步馬達之特性	26
.	26	2.5.2 分析模型之介紹	27
.	31	2.5.3 磁氣參數計算	31
.	31	2.5.4 電氣參數計算	34
.	36	2.6 結果分析與討論	36
.	36	2.6.1 內藏型永磁同步馬達之計算結果	36
.	42	2.6.2 有限元素軟體之應用	42
第三章 同步運動控制之基本架構	51	第三章 同步運動控制之基本架構	51
.	51	3.1 直流伺服馬達之控制迴路	51
.	51	3.1.1 有刷式	51
.	51	3.1.2 無刷式直流無刷馬達控制迴路	52
.	54	3.2 硬體介紹與同步運	54
.	54	3.2.1 硬體介紹	54
.	56	3.2.2 同步運動控制架構之觀念	56
.	64	3.3 單軸控制之系統鑑別與增益值之設計	64
.	66	3.3.1 馬達之電流開迴路系統鑑別	66
.	71	3.3.2 個別迴路之模擬結果	71
.	72	3.4.1 X軸之模擬結果	72
.	74	3.4.2 Y軸之模擬結果	74
.	74	3.5 前饋位置控制迴路之設計	76
第四章 同步運動控制之實驗結果	82	第四章 同步運動控制之實驗結果	82
.	82	4.1 同步運動之位置控制	82
.	87	4.2 同步	87
.	87	運動之速度控制	87
.	94	第五章 結果與討論	94
.	96	參考文獻	94
.	96	符號說明	99
.	99	附錄A：馬達參數計算	99
之Matlab程式	103		

參考文獻

- 參考文獻 [1] Wen-Bin Tsai and Ting-Yu Chang, " Analysis of Flux Leakage in a Brushless Permanent Magnet Motor with Embedded Magnets, " IEEE Transactions on Magnetics, vol. 35, NO. 1, pp. 543-547, January, 1999.
- [2] K. Tanaka, T. Yuzawa, R. Moriyama, I. Miki, " Initial rotor position estimation for surface permanent magnet synchronous motor, " Rec. IEEE Ind. Applicat. Soc. Annu, vol. 4, pp.2592- 2597, 2001.
- [3] A. Kioumars, M. Moallem, B. Fahimi, " Mitigation of Torque Ripple in Interior Permanent Magnet Motors by Optimal Shape Design ", IEEE Trans on Magnetic, Vol. 42, NO. 11, pp.3706- 3711, November, 2006.

- [4] 張浚溢, “表面型與內藏型永磁同步馬達特性比較”, 逢甲大學 電機工程學系, 碩士論文, 2002年.
- [5] 林俊昌, “內藏型永磁式同步機之設計、分析與量測”, 台灣科技大學電機工程學系, 碩士論文, 2004年.
- [6] R.D Lorenz, and P.B. Schmidt, “Synchronized motion control for process automation,” Proceedings of the 1989 IEEE Industry Applications Annual Meeting, pp.1693-1698, 1989.
- [7] Y.Koren, “Cross-coupled biaxial computer control for manufacturing systems,” Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol.102, pp.265-272, 1980.
- [8] 薛博文, “雙馬達之同步運動控制”, 國立中山大學機械工程學系, 碩士論文, 2001年.
- [9] 羅浚彬, “直驅式電動汽車雙馬達之電流分佈控制”, 國立台灣大學機械工程學系, 碩士論文, 2004年.
- [10] 康威遠, “多軸向線性馬達驅動技術控制策略研究”, 元智大學機械工程學系, 碩士論文, 2005年.
- [11] 楊忠衛, “有限元素法於車用內藏型永磁式發電機之設計與分析”, 南台科技大學 電機工程學系, 碩士論文, 2004.
- [12] Ansoft Corporation, “Getting Started A 2D Magnetostatic Problem”, Maxwell 2D Field Simulator, 1994.
- [13] 黃繼震, “DSP電動機控制”, 參考實習手冊, 中華民國職業訓練研發中心, 2001年.
- [14] 黃繼震, “全數位化馬達控制參數自調適技術研究報告”, 經濟部科專計畫, 2001年.
- [15] 許孟原, “永磁無刷馬達的設計與特性分析”, 逢甲大學電機工程學系, 碩士論文, 2003年.
- [16] Chapman原著, 黃昌圳等編譯, “電機機械”, 高立出版, 2006年.
- [17] “Basic Electrical Machine Theory”, handout, The University Of Sheffield 2006.
- [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, 第381期, 4月, 2007年.
- [19] 蔡明祺, 陳正虎, “馬達特性常數知多少”, 馬達電子報創號, 2002 [20] 許潔一, “內藏式永磁無刷馬達之磁路分析”, 2007再生能源科與應用研討會 [21] Duane C. Hanselman, “Brushless Permanent Magnet Motor Design”, second edition, The Writers, Collective, 2003.
- [22] 林家平, “模糊控制器於無刷馬達定位之研究”, 大葉大學電機工程學系, 碩士論文, 2006年.
- [23] 蕭豐進, “永磁式直流與無刷馬達DSP Base 伺服驅動器設計實務”, 大葉大學電機工程學系, 碩士論文, 2004年.