

單自由度磁浮系統控制實務

王昱桀、胡永柟、陳盛基

E-mail: 9018999@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文分別以工業界最普遍之PID控制器與參數調整型的增益程序控制器(GAIN SCHEDULING CONTROLLER)對單自由度混成式電磁懸浮系統進行控制，並對這兩種控制器之特性做比較。我們先以傳統固定氣隙之方法設計控制器，當負載增加時，電磁鐵線圈電流也隨著增加以加大混成磁鐵之吸力，使載重平台仍懸浮在固定的高度。此方法須消耗大量的能量，故我們加入零電力控制的方法，在懸浮階段對電磁鐵線圈電流做一積分補償，使得載重平台會隨著負載的變化自動調整平衡點，達到負載重量等於混成磁鐵之吸力的位置，以維持低能源消耗及穩定的懸浮。另外，考慮做成運輸系統時之舒適性及安全性，我們對此系統設計一緩慢升降之軌跡，使得載重平台在懸起的階段能夠很柔順的浮升；而在降落階段也能夠緩慢且平順的浮下。實驗結果證明其可行性。

關鍵詞：增益程序控制器，PID控制器，電磁懸浮系統，零電力

目錄

第一章 緒論--P1 1.1研究動機--P1 1.2研究目的--P2 1.3研究步驟--P2 1.4控制技術發展--P3 1.5論文章節簡介--P4 第二章 磁浮系統工作原理--P5 2.1磁浮的歷史--P5 2.2磁浮系統簡介--P5 2.3磁浮的分類--P7 2.4磁力特性--P8 2.5磁浮系統數學模式之建立--P11 2.6磁浮系統之操作原理--P14 2.7零電力控制--P14 2.8結論--P15 第三章 磁浮系統之硬體架構--P23 3.1簡介--P23 3.2磁浮模組--P23 3.3感測器--P24 3.4直流伺服放大器--P24 3.4.1電流放大器--P25 3.4.2電壓放大器--P26 3.5界面卡--P27 3.5.1 D/A轉換卡(PCL-726)--P27 3.5.2 A/D轉換卡(PCL-818HD)--P28 第四章 PID控制器之設計--P42 4.1控制器簡介--P42 4.2 PID控制器設計--P42 4.3實驗結果--P44 第五章 增益程序控制器--P64 5.1簡介--P64 5.2增益程序操作原理--P64 5.3增益程序的優點--P66 5.4增益程序控制器之設計步驟--P66 5.5磁浮系統之增益程序控制器設計--P67 5.6實驗結果--P72 第六章 結論--P79 附錄A--P80 附錄B--P83 參考文獻--P85

參考文獻

- [1] 黃忠良, "磁懸浮與磁力軸承", 復漢出版社, 台南, 1999.
- [2] 胡永柟, "自動控制", 全華科技圖書股份有限公司, 台北, 台灣, 1996.
- [3] 陳濟中, "TURBO C 初步與I/O控制", 益眾資訊, 台北, 台灣.
- [4] 簡聰海, "TURBO C程式設計剖析", 全華科技圖書股份有限公司, 台北, 台灣, 1997.
- [5] 尹彥之, "高級實用C語言", 儒林圖書有限公司, 台北, 台灣, 1993.
- [6] 張兆旭, "C程式設計技巧", 儒林圖書有限公司, 台北, 台灣, 1986.
- [7] T. H. WONG, "DESIGN OF A MAGNETIC LEVITATION CONTROL SYSTEM-AN UNDERGRADUATE PROJECT", IEEE TRANS. EDUCATION, VOL. E-29, NO. 4, NOV. 1986, PP. 196-200.
- [8] M. MORISHITA, T. AZUKIZAWA, S. KANDA, N. TAMURA AND T. YOKOYAMA, "A NEW MAGLEV SYSTEM FOR MAGNETICALLY LEVITATED CARRIER SYSTEM", IEEE TRANS. VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 38, NO. 4, NOV. 1989, PP. 230-236.
- [9] RICHARD C. DORF AND ROBERT H. BISHOP, "MODERN CONTROL SYSTEMS", ADDISON WESLEY, 1998.
- [10] W. J. RUGH, "ANALYTICAL FRAMEWORK FOR GAIN SCHEDULING", IEEE CONTROL SYSTEM MAGZINE, VOL. 11(1), 1991, PP. 79-84.
- [11] I. KAMINER, A. M. PASCOAL, P. P. KHARGONEKAR AND E. E. COLEMAN, "A VELOCITY ALGORITHM FOR THE IMPLEMENTATION OF GAIN-SCHEDULED CONTROLLERS", AUTOMATICA, VOL. 31, NO. 8, 1995, PP. 1185-1191.
- [12] K. J. HUNT AND T. A. JOHANSEN, "DESIGN AND ANALYSIS OF GAIN-SCHEDULED LOCAL CONTROL-NETWORKS", INT. J. CONTROL, VOL. 66, 1997, PP. 619-651.
- [13] D. A. LAWRENCE AND W. J. RUGH, "GAIN SCHEDULING DYNAMIC LINEAR CONTROLLERS FOR A NON-LINEAR PLANT", AUTOMATICA, VOL. 31, 1995, PP. 381-390.
- [14] J. S. SHAMMA AND M. ATHANS, "ANALYSIS OF GAIN SCHEDULED CONTROL FOR NONLINEAR PLANTS", IEEE TRANS. AUTOMATIC CONTROL, 1990, VOL. 35, PP. 898-907.

- [15] ASTROM , K. J. AND B. WITTENMARK , "ADAPTIVE CONTROL" , ADDISON-WESLEY , READING , MA . 1988.
- [16] D. J. STILWELL AND W. J. RUGH , "STABILITY PRESERVING INTERPOLATION METHODS FOR THE SYNTHESIS OF GAIN SCHEDULED CONTROLLERS" , AUTOMATICA , 2000 ,VOL. 36 , PP. 665-671.
- [17] Y. C. KIM AND K. H. KIM, "GAIN SCHEDULED CONTROL OF MAGNETIC SUSPENSION SYSTEM*" , AMERICAN CONTROL CONFERENCE ,1994 , VOL. 3 , PP. 3127-3131.
- [18] 蔡明志 , "TURBO C / C++ 完全征服手冊" , 碁峰資訊股份有限公司 , 台北 , 台灣 , 1999.
- [19] K. J. ASTROM AND B. WITTENMARK , "ADAPTIVE CONTROL" , ADDISON-WESLEY PUBLISHING CO. , READING , MA , CHAPTER 9 , 1989.
- [20] 陳盛基 , "模糊控制在伺服系統上之應用" , 中央大學博士論文 , 1999.
- [21] 張學孔、趙紹廉 , "德國磁浮高速運輸系統之研發歷程與展望" , 中國土木工程學刊第27卷第一期。
- [22] 徐振中 , "磁浮列車之簡介"。
- [23] 張碩 , "自動控制系統" , 四版 , 鼎茂圖書出版有限公司 , 台北 , 台灣 , 1997.
- [24] C. M. HUANG, M. S. CHEN AND J. Y. YEN , "ADAPTIVE NONLINEAR CONTROL OF REPULSIVE MAGL -EV SUSPENSION SYSTEMS" , IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROL APPLICATIONS , VOL .2 , 1999 , PP. 1734-1739.
- [25] A. BITTAR AND R. M. SALES , " AND CONTROL FOR MAGLEV VEHICLES" , IEEE CONTROL SYST -EMS , 1998 , PP. 18-25.
- [26] Y. LU AND J. S. CHEN , "DESIGN OF A PERTURBATION ESTIMATOR USING THE THEORY OF VARIAB -LE-STRUCTURE SYSTEMS AND ITS APPLICATION TO MAGNETIC LEVITATION SYSTEMS" , INDUSTRI AL ELEVTRONICS , IEEE TRANS. VOL.42 , NO.3 , 1995 , PP. 281-289.
- [27] D. CHO , Y. KATO AND D. SPILMAN , "SLIDING MODE AND CLASSICAL CONTROL OF MAGNETIC LE -VITATION SYSTEMS" , IEEE CONTROL SYST. MAG. , VOL.13 , NO. 1 , PP. 42-48 , 1993.