

變頻控制下馬達電源端不良電力品質之偵測與分析

Analysis and Detection of Power Quality for Adjustable Speed Drivers

計畫編號：NSC 90-2213-E-032-018

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：蕭瑛東 淡江大學電機系

計畫參與人員：陳家宏，謝秉成 淡江大學電機系

一、中文摘要

本計畫針對變頻控制下馬達電源端之電力品質進行偵測與分析等相關研究工作。馬達為眾多設備動力的主要來源，近年來為了高階化的控制及節約能源之目的，大量採用變頻(Inverter)控制方式，或稱可調速驅動(Adjustable Speed Driver)控制。變頻器對不良電力品質(如突波和電壓遽降)之忍受力較馬達本身微弱，但另一方面變頻器所產生的電力品質問題如諧波，可能干擾其他電器設備。本計畫將針對此種特定負載之電力品質相關問題進行量測與分析，建立電力品質數據資料庫，發展線上即時偵測系統。

關鍵詞：電力品質，量測與偵測，虛擬環境系統，可調速驅動器，馬達

Abstract

The objective of this project is to develop a new technique to measurements, analysis and diagnosis on the power quality. Most of machine tools are driven by the electric motors. To achieve advanced control and energy conservation, many industrial use adjustable speed drivers (ASDs) to control the speed and/or torque of electric motors. Any power transient events such as voltage sags on the motor and load can adverse effects on operating performance.

Keywords: Power Quality, Measure and Diagnostic, Adjustable Speed Driver, Motor, Virtual Power System

二、緣由與目的

眾多工業或民生之設備機具要求精準的控制程序，這些作業程序大多利用馬達(Motor)來驅動，簡言之，馬達的轉矩(Torque)及轉速(Speed)將直接影響整個系統控制效能。其中感應馬達(Induct motor)具有結構簡單、成本低和免維護等優點已成為主要的動力來源，又因變頻器(Converter)的性能越來越進步且價格越來越便宜，使得工業應用上大都採用可調速驅動器(Adjustable speed drives)來控制馬達的轉速或轉矩。可調速驅動器主要元件為電力電子元件，而電力電子元件對電源條件較為嚴苛，任何不良的電力供應均有可能影響甚至損毀電力電子元件，如電壓驟降或突升等。因此有必要發展一套可供線上(On-line)快速而準確地分析(Analysis)和偵測(Diagnostic)不良電力品質事件，以避免影響馬達之操作，而導致使品不良。

變頻器屬非線性負載(Non-linear load)為諧波污染(Harmonic pollution)，之主要來源[1,2]，對其他電力設備或通信設備產生相當的干擾與破壞[3-5]。有必要建立其相關電力品質之用电特性資料庫，以供電力品質相容或電力品質干擾等問題

之策略研究之用。

過去對電力品質事故的分析或判別，大都依賴檢視法。從檢視事故的情況或現場量測資料，而據以結論之。然而事故現場所得資訊有限，而現場量測需要長時間連續性的量測，資料量相當龐大。因此相當耗時及耗費人力，然而電力品質干擾問題有時間上之急迫性，故有必要發展一可供及時快速而正確偵測電力品質事件，並發出警訊之系統，以供操作人員採取必要之措施，避免系統受損或影響產品品質或產能。

三、採用之研究方法與原因

本計畫主要目標在建立可變速度馬達驅動器在(1)馬達各種運轉模式(如起動、正反轉、變速和負載變動等等)和(2)電源干擾情況(如欠電壓、過電壓和頻率改變等等)下之電力品質相關特性。分別建立這些運轉條件下之電壓對電流之特性曲線，和電壓、電流、頻率對時間之特性曲線等等之數據。主要工作及方法分述如下。

(A) 建立量測試驗系統

量測試驗系統的架構如圖二所示，其中馬達控制系統以變頻器來驅動，其轉速及轉矩之控制則利用動力計；量測部分則包含電壓電流信號之量測、轉矩及轉速之量測；整個量測系統並以一部個人電腦整合之。個人電腦為一執行控制中樞，除發出控制命令外，並執行記錄搜、集數據及分析等相關工作。

(B) 量測

本計畫之量測旨在建立變頻控制下馬達電力特性，預計將進行下述之量測

B.1 馬達運轉模式

- 起動期間
- 正反轉期間
- 負載(轉矩變動)
- 變速運轉(轉速變動)
- 額定條件運轉與非正常運轉

B.2 電源干擾

- 欠電壓與過電壓
- 電源頻率改變
- 電源電壓改變
- 電壓突降、驟升與中斷

四、計畫進度

已完成之工作項目

- A. 建立量測試驗系統，包含馬達控制系統，量測儀表與介面及個人電腦。
- B. 量測數據，分別就馬達各種運轉模式及電源干擾情況，量測建立各項電力特性。
- C. 分析數據，利用統計方法如平均值、變異數及可信度區間等等分析量測資料。

五、計畫成果自評

本計畫第一年進行量測及記錄變頻器電源端在馬達各種運轉模式(如起動、正反轉、變速和變載等)和電源干擾(Disturbance)情況(如低電壓、高電壓和頻率改變等)下之用電特性，即電流對電壓之特性和電流、電壓及頻率對時間之特性等等。相關量測數據以統計方式歸納分析之。這些數據將供總計畫建立電力品質資料庫和下二年計畫：模擬分析電力品質之虛擬系統及電力品質事件線上即時偵測器之用。此外本年度之計畫亦設計一模糊類神經網路(Fuzzy-Neural Net)來分類或歸類電力品質事件。進度大致符合預期規畫之進度與目標。本研究應可依計畫完成。

五、參考文獻

- [1]江榮城,顏世雄,劉志放,吳啟瑞和王俊傑,“並聯電容量對工業饋線諧波潮流之影響”。中華民國第十四屆電力工程研討會, pp. 344~350, 中壢, 1993。

- [2] 胡忠興, 吳啟瑞, 顏世雄, 陳雲武, 吳博安, 邱清泉和黃金選, “配電系統之諧波對配電主變壓器運轉的影響”, 中華民國第十七屆電力工程研討會, pp1~5, 新竹, 1996 年。
- [3] 郭麟英, “電力諧波計畫及書審作業之 0A 化”, 台電工程月刊, 第 533 期, 民國八十二年, 一月, pp. 36-47。
- [4] 江榮成和廖清榮, “靜態變頻器應用於大型電動機動時之諧波問題探討與改善研究”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [5] 江榮成、廖清榮和郭宗益, “大用戶諧波污染事故調查與分析”, 第十八屆電力工程研討會, 民國八十六年, 十一月八、九日, 台北。
- [6] 胡忠興、吳啟瑞、吳博安和黃金選, “高壓配電饋線之諧波測量與分析”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [7] 韋志承、李親民、王延年、江世鑫、江榮成、廖清榮、張文耀和郭宗益, “諧波電壓對感應電動機溫昇與使用壽命之影響”, 第十八屆電力工程研討會, 民國八十六年, 十一月八、九日, 台北。
- [8] 吳啟瑞、顏世雄和李尚毅, “為排除並聯共振問題的諧波濾波器設計”, 第十八屆電力工程研討會, 民國八十六年, 十一月八、九日, 台北。
- [9] 陳朝順、顏義和、何信龍, “諧波污染之配電系統的虛功補償設計”, 中華民國第十四屆電力工程研討會論文集, pp. 364-370。
- [10] 陳朝順、顏義和、陳思欽, “電力系統中之濾波器設計”, 中華民國第十四屆電力工程研討會論文集, pp. 155-160。
- [11] 洪穎怡、陳奕廷和許毓仁, “電力諧波潮流之探討”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [12] 何金滿和陳榮修, “諧波對輸配級電纜之影響分析”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [13] 何金滿和邱德霖, “諧波對電力電容器之影響分析”, 第十八屆電力工程研討會, 民國八十六年, 十一月八、九日, 台北。
- [14] 洪穎怡, 陳奕廷, 許毓仁, “三相最佳諧波電力潮流” 中華民國第十七屆電力工程研討會, pp. 560~564, 新竹, 1996。
- [15] 何金滿, 陳榮修, “諧波對輸配電級電纜之影響分析” 中華民國第十六屆電力工程研討會, pp. 55-60, 高雄, 1995。
- [16] 黃世杰、黃慶連和謝承道, “諧波走勢觀測器之離形探討”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [17] 黃慶連、林清一、蘇偉府、呂順利和陳金鈴, “混和式濾波器用於配電系統之控制策略”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [18] 黃慶連, 李新本, 林清一和陳春竹, “諧波電源效應下變壓器特性分析” 中華民國第十七屆電力工程研討會, pp. 692~696, 新竹, 1996 33 No. 11/3733。
- [19] 黃慶連, 王醴和陳裕明, “隨機變動諧波電流之分析研究”, 中華民國第十五屆電力工程研討會, pp. 513-519, 台南市, 1994 年。

- [20] 黃慶連, 林清一, 呂順利, 蘇信府, “電力需求側之諧波量測與評估”, 中華民國第十六屆電力工程研討會, pp. 71-81, 高雄, 1995 年。
- [21] 詹舜宇、張永農、蔡育哲和莫清賢, “電力暫態之諧波分析與測量”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [22] 吳英泰、吳黎明、王漢昆和潘晴財, “單晶片微算機控制之主動式電力濾波器”, 第十四屆電力工程研討會, 民國八十二年, 十二月十七日, 中壢, pp. 225-229。
- [23] 張錠玉和潘晴財, “高效率主動型之濾波器”, 第十二屆電力工程研討會, 民國八十年, 十二月十九、二十日, 台北, pp. 121-128。
- [24] 孫思瑋、蕭瑛東、劉志文、周至如、張文英、藍建義、周翌生“以模擬退火演算法進行電力諧波濾波器之設計”, 中華民國第十六屆電力工程研討會論文集, pp. 1-5。[25] 周翌生、劉志文、周至如、蕭瑛東、張文英和藍建義, “台鐵南港變電所諧波量測與分析”, 第十六屆電力工程研討會, 民國八十四年, 十一月二十四、二十五日, 高雄, pp. 8-12。
- [26] 李清吟, 古碧源, 陳世昌, 吳俊達, 王志傑, 陳文永, 鄭書文和王新喜, “電力諧波對三相感應電動機之影響” 中華民國第十七屆電力工程研討會, pp. 701~705, 新竹, 1996。
- [27] 宓哲民, 陳明堂, “輸入電源諧波對日光燈效應探討” 中華民國第十五屆電力工程研討會, PP. 529-536, 台南市, 1994 年。
- [28] 林昆平“工業配電諧波問題之改善”, 台灣大學電機研究所碩士論文。
- [29] G. Manchur and C.Cc Erven, “Development of a Model for Predicting Flicker form Electric Arc Furnaces”, IEEE Trans, on power Delivery, Vol. 7, No. 1, Jan. 1992, pp. 416-426.
- [30] K. Hartana and Gill G. Richards , “Constrained Neural Network-Based Identification of Harmonic Sources”, IEEE Transactions on Industry Application, VoL.29, No.1, January/February 1993.
- [31] R.K. Hartana, and G. G. Richards, “Harmonic Source Monitoring and Identification Using Neural Networks”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol.5, No.4, November 1990.
- [32] M.I. Santoso and O.T. Tan, “Neural-Net Based Real-time Control of Capacitors Installed on Distribution Systems,” Paper 89 SM 768-3 PERS, presented at the IEEE /PES 1989 Summer Meeting.
- [33] H. Mori, K. Itou, H, Uematsu and S. Tsuzukl, “An Artificial Neural-Net Based Method for Preadicting Power System Voltage Harmonics”, IEEE Transaction on Power Delivery, Vol.7, No.1, January 1991.
- [34] C.K. Duffey, and R. P. Stratfort, “Update of Harmonic standard IEEE-519: IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems,” IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 25, No. 3, pp.1025-1034, 1989.
- [35] J. Arrillaga, D. A. Bradley and P.S. Bodger “Power System Harmonic,” John Wiley & Sons Ltd. 1989.

- [36]D. A. Gonzalez and J. C. McCall, "Design of Filters to reduce Harmonic Distortion in Industrial Power Systems," IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. IA-23, No.3, pp.504-511, 1987.
- [37]E. Peter, "Harmonic Measurements in Industrial Power System," IEEE 1994 Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference, pp.105-115.
- [38]R.K. Hartana and G. G. Richards, "Comparing Capacitive and LC Compensators for Power Factor Correction and Voltage Harmonic Reduction," Electric Power System Research, Vol. 17, 1989, pp.57-64.
- [39]S. Ramalyer, K. Ramachandran and S. Hariharan, "Optimal Reactive Power Allocation for Improved System Performance," IEEE Transactions on PAS, Vol. PAS-103, No. 6, June 1984, pp.1509-1515.
- [40]IEEE Guide for Harmonic Control and Reactive Compensation of Static Power Converters, IEEE Standard 519-1981.

