

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

多重電力品質干擾事件之偵測與評估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2213-E-032-029-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：淡江大學電機工程學系

計畫主持人：蕭瑛東

計畫參與人員：塗家銘，張志翰，陳建澤

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 7 月 25 日

多重電力品質干擾事件之偵測與評估

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 94-2213-E-032-029-

執行期間：94年8月1日至95年7月31日

計畫主持人：蕭瑛東

共同主持人：

計畫參與人員：塗家銘，張志翰，陳建澤

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學 電機工程學系(所)

中華民國九十五年七月三十一日

中文摘要

本計畫針對多重電力品質事件之偵測與分析，進行相關研究與發展。現今機電設備，乃至於電子儀器與零件，因為運作精密程度的提升，對於電力品質優劣之敏感度與要求皆日益增加，而且某些電器設備有可能產生電力品質相關問題，使得其他電器設備亦遭到干擾。基於成本與效益的考量，電力系統中不同之電力品質事件之干擾，皆有許多不同的解決措施。而欲解決電力品質干擾問題，則必須首先具有高性能之電力品質事件之辨識與偵測系統。有鑑於過去許多研究，皆僅針對電力品質事件中眾多干擾因素之單一因素進行辨識與分析，而然在實際系統上，經常發生一電力品質事故同時具有多重電力品質干擾因素，如諧波、電壓閃爍與電壓過高等同時存在於一事件之情況，因此，他們的方法可能會受到限制。故本計畫將針對常見之電力品質事件，發展一套可同時辨識多重電力品質事件之線上即時偵測與評估系統，並以系統單晶片之方式實現之。

本計畫第一年將針對幾種典型之電源干擾問題（如電壓突升、突降、中斷，或諧波、閃爍等）之電壓、電流與頻率之特性等進行相關數據之量測，並且以統計歸納方式進行電力品質事件波形資料庫之建立。此外，為補充量測數據之不足，本計畫亦發展一具圖形介面之電力品質模擬系統，可模擬產生電力品質事件含有多種電力品質干擾因素，將之以圖形及相關數據表現，以提供方便使用之人機介面。本計畫所建立之電力品質事件波形資料庫，將做為發展電力品質辨識與分析系統之測試資料庫，亦可提供作為教學及實驗之工具。

本計畫第二年將發展一套新型動態結構類神經網路演算法，藉以改善傳統類神經網路之缺點以強化辨識效能，同時發展一套以小波理論為基礎的資料萃取演算法，以方便處理資料數量龐大而複雜之電力品質事件資料。最後將這兩個演算法結合，發展出具有高辨識率、高擴充性與快速之小波類神經網路電力品質事件辨識之演算法與視窗應用程式。

本計畫第三年將以第二年計畫中所發展之小波類神經網路辨識系統架構為基礎，進行系統晶片硬體架構之設計與實現，以提供經濟、準確且快速之線上電力品質事件之偵測與辨識。此外，本計畫亦發展並實現一套具人工智慧之電力品質嚴重程度判別系統，以提供電力系統上各種電力品質干擾事件之嚴重等級之訊息，並依相關管制（限制）標準提出警訊，可供使用者或自動監控系統採取適度之因應措施，以避免運作中之電子儀器遭受危害。

本報告為第一年計畫之精簡報告

關鍵詞：類神經網路、小波分析、電力品質、量測與偵測。

英文摘要

Abstract

This project is contemplated to realize a new technique to perform diagnostics and assessment on the multiple power quality events. The quality of electricity supplies has become a major concern of electric utilities and end-users. The newly developed and widely used electric devices, while themselves are often the sources responsible for producing variant disturbance, are becoming more and more sensitive to power quality variations. Considering cost and performance, different power quality disturbance in the power system requires solving method with differential approaches. However, for diagnosing power quality problems, the causes of the disturbances should be understood before appropriate action can be taken. Attempts to solve the power quality problem from different perspectives have been considerable. It is noted that, most of these method treated the power quality problem as a single event problem. However, the presence of multiple power quality events (such as simultaneously existing harmonics, voltage flicker, and voltage swell) is natural in many power systems and makes the diagnostics of power quality problem interesting to solve. Thereby, those methods are inconvenient to classify the multiple power quality events. Therefore, this project is aimed to develop a power quality disturbances classification system, which is capable of classifying multiple power quality disturbances in a measured waveform or a PQ event, and results in an online real-time measurement and analysis IC.

This project is divided into 3 years to proceed. In the first year, the test system will be setup to measure the characteristic on power quality of electric systems under typical operating and disturbance modes. These data will be analysis by statistic method for building database for the next-two-years project. Also, this object will develop the virtual power system for the power quality analysis. The virtual power system is a time domain simulation tool, which can simulate the multiple events due to disturbances and determine the effects of a specific disturbance on specific loads.

The second year project will develop a novel dynamic structural neural network algorithm for improving the disadvantage of the traditional neural networks to diagnose the power quality problems. In the meantime, this project will develop a wavelet-based algorithm for extracting the critical data from the huge measurement power quality waveforms. Finally, the two algorithms will be combined for implementing as a solution algorithm with GUI PC-based program.

The third year project is to develop a power quality index meter algorithm by utilizing AI techniques to calculate the power quality related index and derive the severe grade of power quality. This project is also contemplated with the system-on-chip design to realize general-purpose portable power quality device with diagnostic and alarm function. Since system-on-chip makes the microprocessor, memory, control logic and algorithm integrally-designed in one chip, thus it is provided with the characteristics of low cost, small size, fast operation speed, etc.

This report is for the first year project.

Keyword: Neural Network, Wavelet Analysis, Power Quality, Measurement and Diagnostics.

目錄

1. 前言
2. 研究目的
3. 文獻探討
4. 研究方法
5. 結果與討論
6. 參考文獻
7. 計畫成果自評

1. 前言

隨者生活品質的提昇，用電設備的精密化，對電力品質的要求也隨之日趨嚴格。近來有關電力品質問題一直是電力公司和用戶都相當關切的焦點之一。根據國際電子與電機工程學會（IEEE）的配電系統電力品質工作小組對電力品質所下的定義，係指電力系統擾動的相對缺失程度。造成這種缺失程度的電力系統擾動如諧波、電壓閃爍和不平衡等對用電設備會造成危害性的影響。其中諧波問題，因為如電子電力等非線性負載的大量使用，日益增多。諧波會對電力系統產生干擾，例如改善功因的電容器燒毀或爆炸，使用鐵心等之電力設備產生過熱，通訊設備的受干擾，保護電譯的誤動作，和精密儀器的受干擾等等問題，皆起因於諧波的障害。

此外，台灣的經濟發展快速，工商業均隨者快速成長。在工業方面如大型鋼鐵廠的建立，電弧爐和軋鋼設備的數量與容量均同時增大。而在商業方面，辦公或商業大樓不但一棟棟地興建而且有向上高層化的趨勢，其間所引進大容量高速電梯的控制多採用電力電子元件如閘流體的相位控制方式，照明智慧化的控制等多採用電子電力元件來實現。另外電腦及儀控等重要設備的電力供應採用不斷電系統（UPS），數目與容量正不斷地增加、增大中。他們所產生的電力品質污染問題於是不能忽視之。

許多工業機具以及精密儀器皆需要優良的電力品質，方能達到精準之運作。任何不良的電力供應均有可能影響甚至損毀電子元件或降低高科技廠之生產良率，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）不良之電力品質事件，以避免影響精密儀器或設備之操作，而致使設備損毀或產品良率降低。

針對現今電子器材對電力品質之高水準要求，許多用於偵測與解決電力品質干擾問題之方法也相繼不斷地被提出與發表，但針對真實電力系統中一電力干擾事故往往同時具有多重電力品質事件之狀況，而過去被提出之方法大多無法有效辨識多重電力品質事件之類別，尤其利用人工檢視法將過度花費時間與人力，故發展一套具有擴充性與高辨識率之新式智慧型辨識演算法是必要的。

電力系統中若存在電力品質干擾事件，電力系統操作員必須及時地因應，並且啟用消除電力品質干擾之設備，以避免引起電力系統上之機具或儀器產生誤動作，甚至損壞其中之電子元件。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，同時現場量測經常需要長時間連續性的量測，且資料量相當龐大，使用人力檢測方式不僅耗時費力，且還需要較長的時間去分析干擾來源或因素，因此相當耗時耗力。電力品質干擾問題有時間上之急迫性並且需要立即採取行動，故本計畫提出發展一個具有多重電力品質干擾源（或因素）之檢測與分析晶片，可供即時線上監控的方式，快速且準確地指出電力品質干擾之種類與嚴重性，直接輸出予系統操作員或自動監控系統，以供採取適當之因應措施。

2. 研究目的

電力品質之優劣深刻地影響著現今電子元件之運作效能與壽命，例如電力品質影響著驅動器轉距與轉速之性能，也影響著電器中電子元件之壽命。由於時代演進，人們對於電子儀器之速度與精密度之要求愈來愈嚴苛，相對地也間接要求了更高的電力品質，以使電子器材能夠正確地運作，並且延長其使用壽命。故發展一套具有線上即時偵測與辨識不良電力品質事件之系統，並將其實現於為一晶片，以供實際之應用，則顯得非常重要。

本研究計畫擬以系統晶片技術與吾人先前研究成果為基礎，研發一套可辨識多重電力品質干擾事件之演算法並將之以系統單晶片實現之。在發展演算法前，必須針對電力品質事件之眾多種波形進行量測與收集。而然，使用人工量測真實電力品質波形，不僅耗時且不易收集到某些特殊之受干擾波形。故本計畫第一年將針對所收集到的波形進行有系統之統計分析與分門別類地建立電力品質事件波形資料庫系統外，同時針對某些不易收集之電力品質事件波形，進行模擬軟體之撰寫，以補充真實量測之不足。而此模擬軟體不僅具有模擬電路圖形之呈現，亦可輸出波形資料，可供第二年度之計畫進行系統之測試與驗證外，亦可作為教學之輔助軟體。

根據第一年度所完成之電力干擾模擬與實測之資料庫與多重干擾波形產生器之模擬實驗系統，本計畫第二年將把此系統用於測試與驗證本年度所發展之電力品質事件辨識系統。以往辨識與分析不良電力品質事件，是採用人工檢視法。但由於某些電力品質事件之辨識，需要長時間進行電力波形的量測與紀錄，資料量相當的龐大，故採用人工的方式檢測，則需消耗非常大量的時間與人力資源。對於某些電力品質干擾問題，具有時間上的急迫性，需要短時間內即辨識完成，並且採取適當措施者，採用人工的方式檢測，亦會有反應時間不足之先天限制。為了因應實際電力系統上一電力品質事故往往具有多種不同電力品質之干擾因素，故有必要發展一套具有正確且快速地偵測與分析多種電力品質事件能力之工具，並且可輸出事件嚴重等級之系統，供給使用者或自動監控系統採取適當之必要措施，以避免連接於電力系統上之電子儀器與設備遭受損害，進而影響運作或生產能力。此外本系統將可供電力品質相關學科之教學、研究與實驗之需。

根據第二年所完成之小波類神經網路電力品質辨識與分析之演算法，本年度計畫將把此系統硬體化，並且實現於晶片上，使電力品質干擾之辨識與分析得以採用硬體即時的模式作業。具有可辨識多種電力品質干擾之事件，並且輸出各種干擾因素之嚴重等級與分析結果，供系統操作員參考與因應。由於本晶片以系統單晶片方式設計，可加強電力品質相關學科之教學，以及相關研究與實驗之品質與便利性；另外，亦可供業界進行小型或掌上型電力品質綜合分析儀之設計，用於找尋與分析電力品質污染因素，進行正確與快速的研判以提供因應措施。對於學界及業界皆有非常重要的研究與應用價值。

綜上所述，由於電力品質的重要性日益升高，而改善電力品質的首要工作在於監測設備的完善、方便與有效性以及功能完整之電力品質分析儀。傳統上，對電力品質的分析工作，大多採取到達現場後，以數位記錄器紀錄與電力品質相關之電壓及電流信號，再將所記錄之信號輸入計算機或特殊儀表進行進一步計算與分析。傳統上利用桌上型高價格電力品質分析儀器於線外(Off Line)分析的方式，並不符合現今線上即時電力品質分析的需求。故有發展運算速度快、體積小、價格低與精確之小型電力品質分析儀之需求。數位式電力品質分析器之量測技術逐年改善，可以精確量測穩態波形失真及信號暫態變化。且由於半導體製程技術的日月精進，使得單位面積所能製作的電晶體數以每十八個月成長兩倍的速度增加，也使得整合許多功能於單一晶片變為可能，面對系統

晶片 (System-On-Chip, SOC)的時代，在設計上應有不同的考量及做法，Intellectual Property (IP)是其中一種加速設計時程的方法之一，因此建構可重複使用之IP 乃是SOC設計的第一步。電力品質改善的首要工作就是建立一套完善的監測分析系統。本研究第三年所提出之方法，可以將之整合於積體電路設計中完成一系統晶片。第三年之計畫將本研究第二年所提之各總演算法，製作成IP，供各類電子產品重複使用此設計，可監測電源品質是否能供其正常工作。若電源發生問題，系統亦能快速應變發出警訊，以減少損失。

總而言之，國內近來對於電力品質問題，無論是學術界或工業界，都投注相當多的心力，但大都將注意力放在電力品質的分析或對策研討上。然這些研究所需之電力品質測分析器具卻相當昂貴或體積笨重或功能不全，因此研發一套具低成本高性能之泛用型可攜式電力品質儀，可應用於電力品質多重干擾因素之研判與分析，並提供電力品質嚴重等級評估指標與警示，確有其必要性與需求性。

3. 文獻探討

許多電力事故的發生，常歸因於電力系統上之電力污染過於嚴重，以致電力電子元件毀損或誤動作，使得生產品質以及生產效能受到影響。因此，學術界、工業界，以及電力公司皆投入大量之資源與人力，以俾進行相關研究。例如台電公司針對多個工業用戶，對其用電情形進行測量與分析，並且針對個別電力事故進行探討與剖析[1-3]。在學術界所進行的相關研究，如台灣科技大學針對台灣新建之高速鐵路、輕軌電車與捷運系統等所產生之電力品質事件之研究[4-9]，中原大學對大型用戶與工廠配電系統諧波分析與改善進行研究[10-16]，成功大學跨平台電力品質分析儀之研製[17-23]，中山大學[24-29]、清華大學[30-31]，以及淡江大學對於電力品質干擾波形之辨識與分析[32-37]，以及主動式與被動式濾波器之設計進行探討，此外，國內其他大學院校亦有相當之研究。

在 IEEE 的電力工程學門 (PES) 以及工業應用學門 (IAS) 所發行之學術期刊中，每期皆發表許多關於電力品質之探討與研究論文。另外，IEEE 每年皆會召開一次國際性之電力品質研討會，而許多電路系統與訊號處理等相關國際性研討會，亦有許多電力品質干擾相關之論文發表，可見電力品質問題在國際上備受重視。

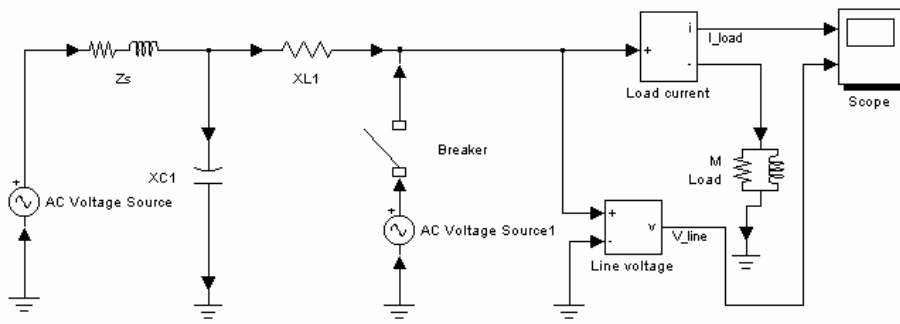
4. 研究方法

1. 本計畫採用之研究方法與原因。

建立圖型化電路試驗系統架構之主要目的，在於缺乏實際電力波形之量測資料之環境下，仍可模擬遭受電力品質干擾之電力波形，並將所模擬的結果進行蒐集與分析，以便用於測試與驗證所發展出之電力品質干擾分析系統。另外，圖形化電路試驗系統於相關教學上，可供學生充分而容易地瞭解系統架構與電力品質之干擾源或因素。其中，擬就幾種典型電力品質事件發展其試驗模擬系統，如電壓突升、突降、中斷、突波、諧波與電壓閃爍等等。目標在建立一個可模擬產生多重電力品質干擾下之波形。

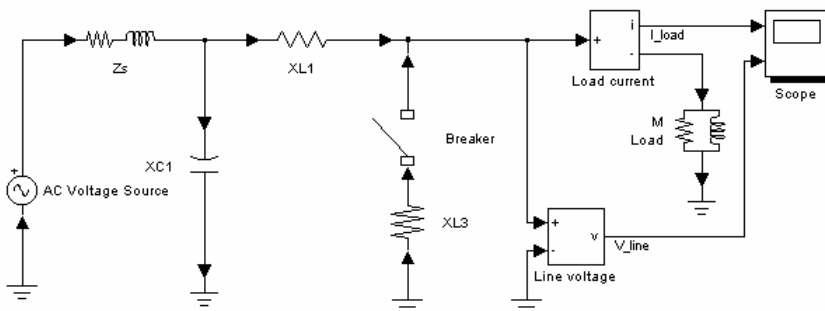
(A) 建立圖型化電路試驗系統

本計畫使用之圖型化電路試驗系統乃是以 Matlab/Simulink 為基礎所建構而得。其系統構想架構分別說明如下：電壓突升之試驗系統架構如圖一所示，其中包含一個開關元件，來控制干擾電壓源注入系統的時間，也就是電壓突升的持續時間。



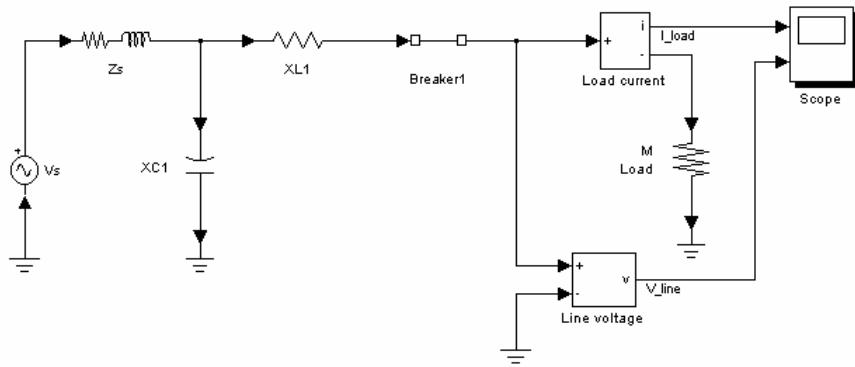
圖一 電壓突升試驗系統架構

電壓突降之試驗系統架構如圖二所示，其中包含一個開關元件，來控制重載切入系統的時間，也就是電壓突降的持續時間。



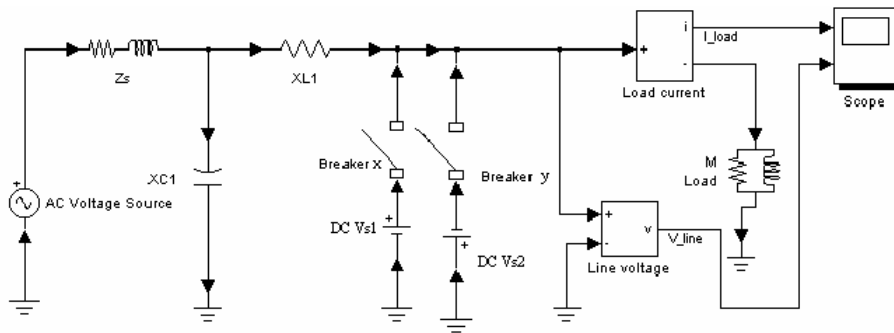
圖二 電壓突降試驗系統架構

電壓中斷之試驗系統架構如圖三所示，此電路是利用一開關元件，來控制電壓中斷的持續時間。



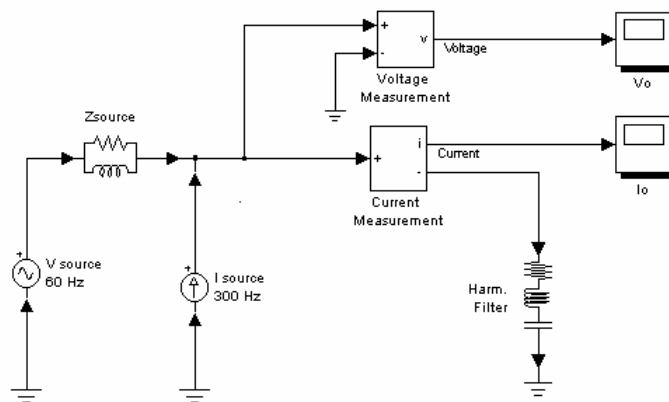
圖三 電壓中斷試驗系統架構

突波干擾之試驗系統架構如圖四所示，此電路利用兩個開關元件，來控制電壓上下震盪的時間。



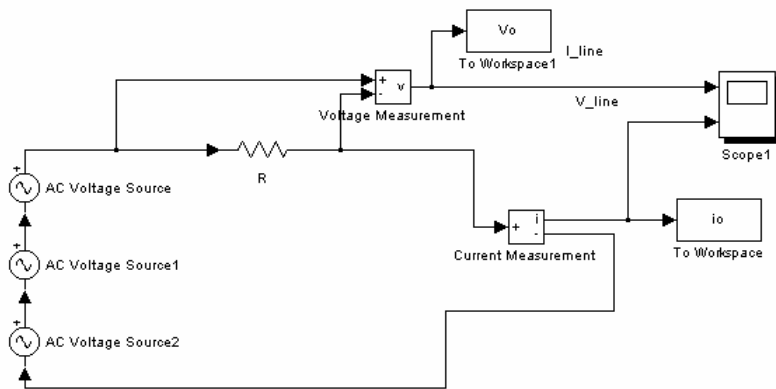
圖四 突波干擾試驗系統架構

諧波污染試驗系統架構如圖五所示，所謂諧波失真是指電壓電流中除了基本波之外，還包含其他頻率的波形成分。此電路是利用一些外加電流源，來控制非基頻的電流注入系統。



圖五 諧波污染試驗系統架構

電壓閃爍試驗系統架構如圖六所示，此電路是利用兩個閃爍電壓源，來代表閃爍電壓。電壓閃爍現象可以以一複合振幅調變方程式表示。



圖六 電壓閃爍試驗系統架構

依據上述之幾種典型電力品質試驗系統架構加以擴充與整合，以發展建立圖型介面之試驗模擬系統，目標在建立一個可模擬產生複合電力品質干擾源(因素)之電力波形。

(B) 量測

除建立圖型介面之試驗模擬系統外，本計畫仍以實際發生之電力品質干波形為研究對象。雖然電力波形的量測仍是以現場實際量測之波形較為適當，但由於在缺乏實際量測點，或需要特定種類之電力品質干擾時，則不易取得實際量測之波形，乃使用上述模擬的方法進行電力系統的模擬以及電力波形資訊的取得與蒐集。本計畫旨在發展電力品質干擾辨識系統，而此辨識系統預計具有辨識各種典型類別之電力品質事件，這些電力品質事件之測試與量測，將依照 IEEE Std 1159 之標準，進行現場及模擬情況量測。

(C) 數據分析

為瞭解電力品質之變動特性，例如諧波各次頻率之強度以及電壓閃爍震幅大小等，所以針對量測或人工產生所得之波形資料，利用統計歸納的方式進行分析，並且利用這些資料進行電力品質資料庫之建立，以便提供後兩年發展多重電力品質辨識系統所需之測試與驗證波形資訊。所使用的統計基本定義如下所述：

平均值 (Mean, m)

表示所量測或產生之波形的集中趨勢，代表該波形的平均水準。

變異數 (Variance, Var) 與標準偏差 (Standard deviation, SD)

變異數為一群數值與其平均值之差異平方和的平均值。而標準差即為變異數之平方根，此兩種數值是統計學中常用之離勢量數，表示一群數據差異程度。以數學式可表示如下：

$$Var = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - m)^2}{n - 1} \quad (1)$$

$$SD = \sqrt{Var} \quad (2)$$

可信度區間 (Confidence interval)

可信度區間為經尋找估計量 (Estimation) 的方法決定估計量後，在根據估計量的抽樣分佈方式即可信度係數，經由機率區間轉換而成的，且以機率分配描述隨機辨識之所有可能量與其對應機率。若一機率分配標準偏差小，則大部分變量及終於平均值 m 附近，則 m 的代表性強，反之則否。若分配為鐘形分配 (單峰形式)，若在平均值 m 左右各取一個標準偏差 SD ，則依據經驗法則會有 68% 的機率落在此區，稱為 68% 可信度區間，2 個標準偏差 $2SD$ 則有 95% 機率包括在內，稱為 95% 可信度區間。

相對偏態係數 (Coefficient of skewness)

不對稱的分配及具有偏態現象，若平均值位於眾數的左邊，稱之為左偏，若平均值位於眾數的右邊，稱之為右偏。本文對偏態的方向與程度採用動差法中的相對偏態量數 (偏態係數 b_1) 表現出來。其公式如下：

$$b_1 = m_3 / \sqrt{m_2^3} \quad (3)$$

其中 m_2 與 m_3 各表示二級與三級主動差，若 b_1 等於零則此分配為對稱分配，若 b_1 小於零則此分配為左偏分配，若 b_1 大於零則此分配為右偏分配。

峰態係數 (Coefficient of kurtosis)

單峰分配的型態稱為峰態或峰度，若機率分配的離勢較為集中，稱之為高狹峰，若機率分配的離勢較為分散，稱之為低闊峰，其峰態係數 b_2 公式為：

$$b_2 = m_4 / m_2^2 \quad (4)$$

其中 m_2 與 m_4 各表示二級與四級主動差，若 b_2 等於 3 則此分配的峰態為常態峰，若 b_2 小於 3 則此分配的峰態為低闊峰，若 b_2 大於 3 則此分配的峰態為高狹峰。

2. 進行步驟

(A) 建立電力系統及電力品質干擾源等元件資料庫

由於測試與驗證過程中，需要大量的測試用之波形資訊，而實際電力資訊的大規模量測不易，故需利用 Matlab/Simulink 建立一系列相關之元件電路模型資料庫，用以產生各種電力特性之電力波形資訊。

(B) 建立電力品質事件資料庫

利用所建立之元件模型資料庫，設定特定參數後，進行各種電力品質問題之電力信號，例如突降、突升、諧波以及閃爍等。而電力品質干擾之嚴重程度則可透過參數設定而產生相對應嚴重程度的電力干擾波形。

(C) 發展使用者圖形交談介面

使用 Borland C++Builder 進行波形產生使用者圖形交談介面之發展，以便產生多重混合之電力品質干擾波形，並根據波形之數值特性，分類後建立成為資料庫。

(D) 測試

5. 結果與討論

5.1 建立量測系統

可調速驅動控制馬達在各種運轉模式及在不同電源供應條件下電力數據需要高頻寬（高次諧波方不至被衰減）和高取樣率（暫態信號不致失真）之量測設備。馬達運轉模式可藉由動力計（Dynameter）及適當之電源調整之。另外，可程式電源供應器則可模擬並產生設定各種電力供應情況。這些設備及儀器將經由 GPIB 介面卡利用個人電腦統合控制之。

5.2 建立模擬網路

欲取得各種實際的電力品質事件的紀錄波形實非易事。因此若要供學生了解電力品質特性可在 MATLAB / SIMULINK 的環境模擬出電力品質事件波形。我們就利用 MATLAB / SIMULINK 內含的電力系統方塊集(Power System Blockset)來架構電力品質事件模擬電路，好讓其他使用者在使用上有更多的便利性。以下就將本文所提及的五種電力品質事件模擬電路及模擬波形分別說明如下。

(A) 電壓中斷(Interruption)

此電路是利用一開關元件(圖中的 Break1)，來控制電壓中斷的持續時間，以本例而言，是取中斷時間為 0.335~0.5 s，其中 V_s 代表電壓源， Z_s 代表系統阻抗， $XL1$ 、 $XC1$ 代表線路阻抗，而 M Load 則代表負載。利用 Simulink 模擬出的電壓中斷波形，如圖 1 所示。電壓中斷 Simulink 模擬方塊圖，如圖 2 所示。

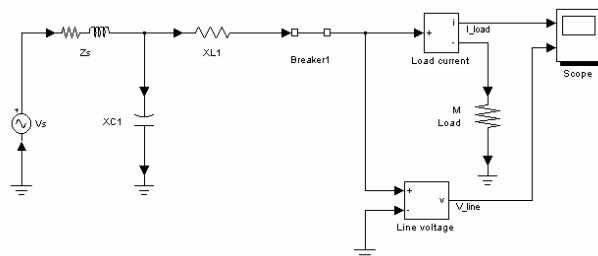


圖 1. 電壓中斷模擬電路圖

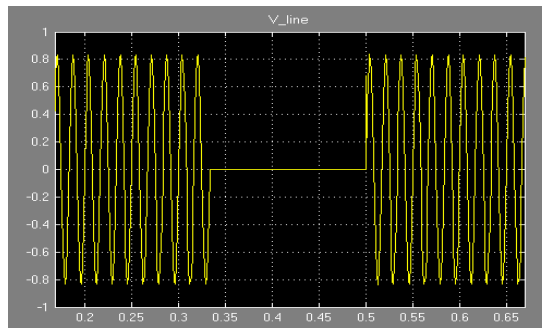


圖 2. 電壓中斷模擬波形

(B) 電壓突升(Swell)

此電路是利用一個開關元件(圖中的 Breaker)，來控制干擾電壓源(圖中 AC Voltage Source1)注入系統的時間，也就是電壓突升的持續時間。以本例而言，電壓突升持續的時間為 0.335~0.4s，其中 AC Voltage Source 代表電壓源， Z_s 代表系統阻抗， X_{L1} 、 X_{C1} 代表線路阻抗，AC Voltage Source1 代表干擾電壓源，而 M Load 則代表負載。利用 Simulink 模擬出的電壓突升波形，如圖 3 所示。電壓突升 Simulink 模擬方塊圖，如圖 4 所示。

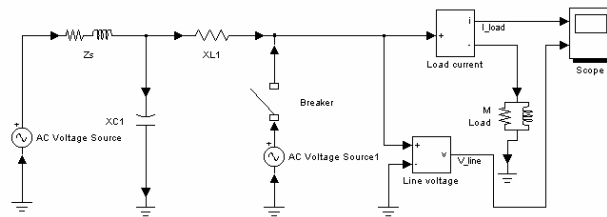


圖 3. 電壓突升模擬電路圖

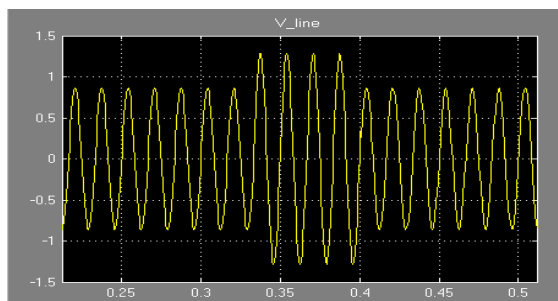


圖 4. 電壓突升模擬波形

(C) 電壓突降(Sag)

此電路是利用一個開關元件(圖中的 Breaker)，來控制重載(圖中 X_{L3})切入系統

的時間，也就是電壓突降的持續時間。以本例而言，電壓突降持續的時間為 0.335~0.4s，其中 AC Voltage Source 代表電壓源， Z_s 代表系統阻抗， $XL1$ 、 $XC1$ 代表線路阻抗， $XL3$ 代表系統干擾負載，而 M Load 則代表負載。利用 Simulink 模擬出的電壓突降波形，如圖 5 所示。電壓突降 Simulink 模擬方塊圖，如圖 6 所示。

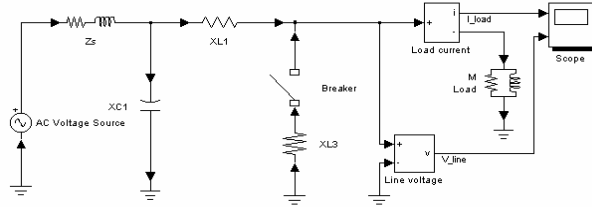


圖 5. 電壓突降模擬電路圖

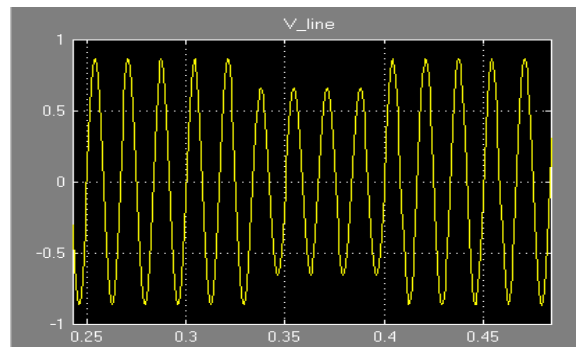


圖 6. 電壓突降模擬波形

(D) 諧波失真(Harmonic)

所謂諧波失真是指電壓電流中除了基本波之外，還包含其他頻率的波形成分。如圖 12，此電路是利用一些外加電流源 (如圖中的 I source)，來控制非基頻的電流注入系統。以本例而言，我們將 300Hz 的電流注入系統，其中 V source 代表電壓源，Z source 代表系統阻抗，Harm. Filter 代表諧波濾波器的阻抗。利用 Simulink 模擬出的諧波失真波形，如圖 7 所示。諧波失真 Simulink 模擬方塊圖，如圖 8. 所示。

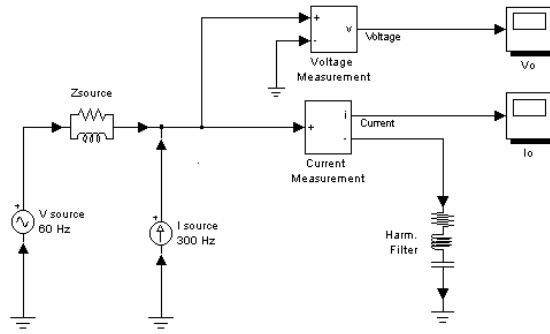


圖 7. 諧波失真模擬電路圖

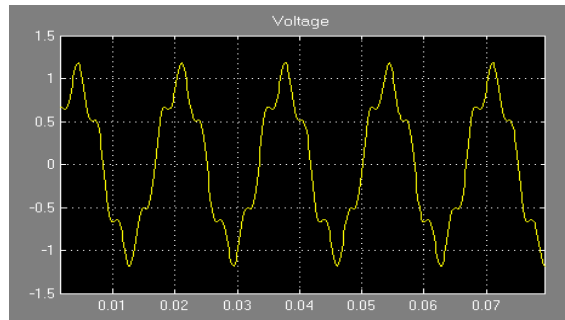


圖 8. 諧波失真模擬波形

(E) 電壓閃爍(Flicker)

電壓閃爍現象可以以一複合振幅調變方程式表示。如圖.14，此電路是利用兩個閃爍電壓源（圖中的 AC Voltage source1 以及 AC Voltage source2），來代表閃爍電壓。以本例而言，我們將 20Hz 及 100Hz 的閃爍電壓與標準電壓(60Hz)作合成，其中 AC Voltage source 代表電壓源，R 代表負載阻抗。利用 Simulink 模擬出的諧波失真波形，如圖 9 所示。電壓閃爍 Simulink 模擬方塊圖，如圖 10 所示。

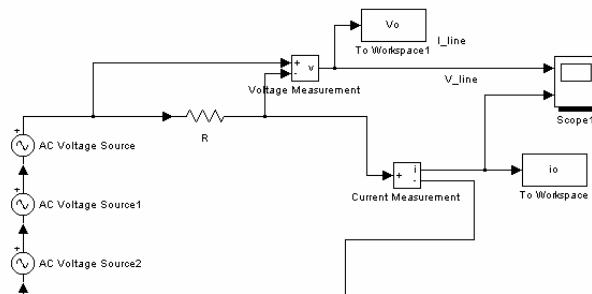


圖 9. 電壓閃爍模擬電路圖

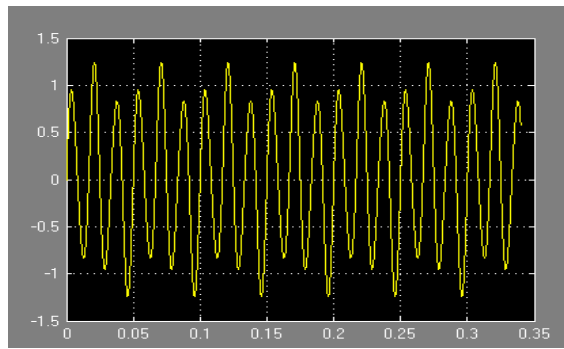


圖 10. 電壓閃爍模擬波形

6. 參考文獻

- [1] 郭麟英，“電力諧波計畫與書審作業之 OA 化”，電力工程月刊，第 533 期，民國八十二年一月，pp. 36-47。
- [2] 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。
- [3] 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。
- [4] 楊文隆，煉鋼廠電弧爐電壓閃爍及諧振之研究，國立台灣科技大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [5] 黃渡根，大眾捷運公司在台電民營化之最佳受電模式研究，國立台灣科技大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [6] 張英彬，工業用戶大容量電力諧波濾波器之最佳規劃，國立台灣科技大學電機工程系九十二年博士論文。
- [7] 郭鴻憲，新型電壓閃爍計算法，國立台灣科技大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [8] 趙子志，電力量計算與資料壓縮，國立台灣科技大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [9] 關錦龍，最大視在電力變動法應用於電壓閃爍之分析，國立台灣科技大學電機工程系九十一年博士論文。
- [10] 古隆松，應用 DSP 技術於電壓閃爍量測，中原大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [11] 謝宏明，使用基因演算法進行配電系統靜態轉供開關安裝位置之決定，中原大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [12] 曾世翰，特高壓地下環路供電系統之接地系統接地故障特性研究，中原大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [13] 陳家富，並聯電容器組切換暫態現象之探討分析，中原大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [14] 林文康，通信機房電力諧波分析，中原大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [15] 簡敏郎，工廠配電系統諧波分析與改善，中原大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [16] 王政偉，結合小波轉換與類神經網路辨別電力開關之切換，中原大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [17] 呂振文，監測電力品質擾動之儀測技術整合及研究，國立成功大學電機工程系九十二年博士論文。
- [18] 李宗勳，整合諧波補償功能之不斷電系統研製，國立成功大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [19] 林溫哲，FPGA 於斜向型小波轉換之硬體實現及其擾動訊號檢測之應用，國立成功大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [20] 黃朝源，輔以 SOAP 技術於跨平台電力品質分析儀之研製，國立成功大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [21] 楊天助，中油大林煉油廠電力系統動態特性實測分析與研究改善，國立成功大學電機工程系九十年碩士論文。

- [22] 洪承昇，應用 PDA 協助電力品質監測分析儀之研製，國立成功大學電機工程系九十年碩士論文。
- [23] 曾寶勳，應用網際網路技術於虛擬電力品質分析儀之研製，國立成功大學電機工程系八十九年碩士論文。
- [24] 杜耿邦，應用人工智慧於電力系統諧波源與位置偵測，國立中山大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [25] 王安志，高雄地區電力品質測量與分析，國立中山大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [26] 周秀琴，以 LabVIEW 規劃遠端電力分析與監控器之研製，國立中山大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [27] 蕭弘銘，捷運系統隨機諧波分析與諧波失真改善，國立中山大學電機工程系九十年碩士論文。
- [28] 莊慧仁，捷運供電系統規畫與諧波改善策略，國立中山大學電機工程系九十年博士論文。
- [29] 林晉逸，以 DSP 為核心之電力品質監測設備之設計，國立中山大學電機工程系八十九年碩士論文。
- [30] 吳泰霖，針對電力電子實務應用上之嵌入式數位訊號處理系統的設計與實現，國立清華大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [31] 陳保成，台灣高速鐵路系統責任分界點電力品質分析，國立清華大學電機工程系九十年碩士論文。
- [32] 陳建亨，設計以小波轉換為基礎之電力品質分析晶片，淡江大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [33] 王仁舜，設計電力品質干擾事件之辨識晶片，淡江大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [34] 鄭惠文，設計電力品質指標計用之模糊邏輯晶片，淡江大學電機工程系九十二年碩士論文。
- [35] 林展生，利用小波轉換分析電力品質，淡江大學電機工程系九十一年碩士論文。
- [36] 粘遙輝，類神經網路於電力品質干擾波形之辨識，淡江大學電機工程系九十年碩士論文。
- [37] 謝秉成，智慧型電力品質事件辨識，淡江大學電機工程系九十年碩士論文。
- [38] W. Min and A.V. Mamishev, "Classification of power quality events using optimal time-frequency representations-Part 1: theory," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 19, No. 3, July 2004, pp. 1488-1495.
- [39] W. Min, G. I. Rowe and A. V. Mamishev, "Classification of power quality events using optimal time-frequency representations-Part 2: application," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 19, No. 3, July 2004, pp. 1496-1503.
- [40] M.V. Chilukuri and P.K. Dash, "Multiresolution S-transform-based fuzzy recognition system for power quality events," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 19, No. 1, Jan. 2004, pp. 323-330.

- [41] Z. -L. Gaing, "Wavelet-based neural network for power disturbance recognition and classification," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 19, No. 4, Oct. 2004, pp. 1560-1568.
- [42] P.K. Dash and M.V. Chilukuri, "Hybrid S-transform and Kalman filtering approach for detection and measurement of short duration disturbances in power networks," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 53, No. 2, April 2004, pp. 588-596.
- [43] T.X. Zhu, S.K. Tso and K.L. Lo, "Wavelet-based fuzzy reasoning approach to power-quality disturbance recognition," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 19, No. 4, Oct. 2004, pp. 1928-1935.
- [44] H.K. Siu and H.W. Ngan, "Automatic power quality recognition system using wavelet analysis," *Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Electric Utility Deregulation, Restructuring and Power Technologies*, Vol. 1, 5-8 April 2004, pp. 311-316.
- [45] K.C. Umeh, A. Mohamed, R. Mohamed and A. Hussain, "Characterizing nonlinear load harmonics using fractal analysis," *Proceedings of the 2004 International Symposium on Circuits and Systems*, Vol. 5, 23-26 May 2004, pp. 932-935.
- [46] M. Wang, G.I. Rowe and A.V. Mamishev, "Real-time power quality waveform recognition with a programmable digital signal processor," *2003 IEEE Power Engineering Society General Meeting*, Vol. 2, 13-17 July 2003, pp. 1273.
- [47] J.S. Huang, M. Negnevitsky and D.T. Nguyen, "A neural-fuzzy classifier for recognition of power quality disturbances," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 17, No. 2, April 2002, pp. 609-616.
- [48] Z. -L. Gaing, "Wavelet-based neural network for power disturbance recognition and classification," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 19, No. 4, Oct. 2004, pp. 1560-1568

7. 計畫成果自評

本計畫針對多重電力品質事件之偵測與分析等相關研究工作。完成量測試驗系統之建立，並建立一分析電力品質之虛擬系統，以低成本和方便使用為目標。其中包括，使用者圖形交談介面、虛擬環境介面、系統模式資料庫（如切換元件（Switching Device）和電力線等裝置或元件之模式）、電力品質模式資料庫（如諧波，電壓閃爍等之電力品質干擾源）。與預期目標相符。可提供電力品質相容與干擾等問題之分析與對策研究之用。參與之工作人員，可獲知相關之訓練，熟悉電力品質問題。關於學術研究方面之成果除在全國電力研討會發表外，並將之投稿 IEEE。

本計畫完成之工作項目如下：

- A. 建立虛擬電路試驗系統，可產生包含各種電力品質干擾源(因素)之電力波形。
- B. 量測電力品質干擾事件波形，並且分別根據 IEEE Std 1159 之規定進行現場量測。
- C. 設計一套可產生多重電力品質事件之使用者圖形化介面模擬視窗軟體。

本計畫研究成果相關發表論文：

- [1] C. L. Chuang, Y. L. Lu, T. L. Huang, and **Y. T. Hsiao**, "Recognition of Multiple PQ Disturbances Using Wavelet-based Neural Networks—Part 1: Theoretical Introduction," accepted for *the IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2005, Asia Pacific, Dalian, China, Aug. 14-18, 2005*.
- [2] C. L. Chuang, Y. L. Lu, T. L. Huang, and **Y. T. Hsiao**, "Recognition of Multiple PQ Disturbances Using Wavelet-based Neural Networks—Part 2: Implementation and Applications," accepted for *the IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2005, Asia Pacific, Dalian, China, Aug. 14-18, 2005*.
- [3] C. C. Huang, H. Y. Chen, and **Y. T. Hsiao**, "Ant Colony Optimization For Designing Power Harmonic Filter," in *the Proceedings of the 2005 Taiwan Power Electronics Conference & Exhibition*, Hsinchu, Taiwan, Sept. 2005.
- [4] C. C. Huang, Y. C. Su, and **Y. T. Hsiao**, "Optimal Design of Single Tune Harmonic Filters with the Lowest Cost by Immune Algorithm," in *the Proceedings of the 2005 Taiwan Power Electronics Conference & Exhibition*, Hsinchu, Taiwan, Sept. 2005.