

建構於網際網路之虛擬實驗室

Virtual Laboratory Based on Internet

洪偉文

HUNG W. W

摘要

隨著後 PC 時代的來臨，資訊家電（information appliance，IA），成為全球資訊產業下一波發展的希望所在。各種 IA 資訊家電設備之研發與製造熱潮方興未艾，而在這波 IA 熱潮中，又以手持式裝置（hand-held device），如：個人數位助理（personal digital assistant，PDA），口袋型電腦（pocket PC）之發展最被接受與看好。經由無線網路，搭配具有強大計算能力和多媒體功能之微處理晶片（micro-processor chip），讓手持式裝置擁有多媒體發展環境、圖形化使用者介面、網路瀏覽功能和行動通訊、高速計算等能力。尤其值得一提的是，手持式裝置輕薄短小，易於隨身攜帶，而且價格也遠低於一般個人電腦和筆記型電腦。此項特色讓手持式裝置在未來的資訊發展中具有絕對的優勢。

傳統的電腦輔助教學系統，都是建構在個人電腦或筆記型電腦的環境上，此種輔助教學的方式受限於電腦設備體積太大、攜帶不便和每台電腦單價又過於偏高等缺點。此外，在實習實驗方面，傳統的電腦輔助教學系統其教學內容均屬靜態的形式，無法充分表現出實習實驗的動態互動過程，也因此造成傳統的電腦輔助教學系統在實習實驗方面之推行成效不彰。本計劃擬在伺服器、實習實驗設備和手持式裝置(或個人電腦)三者之間建構壹套資訊流通模式。基於此一資訊流通模式，我們將在伺服器上開發一套有助於培養學生「數位訊號處理」技術創造力之「電子電路」實習實驗模組，學習者可以使用個人電腦透過網際網路；或是使用手持式裝置透過無線網路操控遠端的伺服器，從事一系列和電子電路相關之實習實驗。藉由此套「虛擬實驗室」（Virtual Laboratory, VL）之建立，可以培養並提昇學生「數位訊號處理」等相關課程之學習效率與技術創造力。

關鍵詞：資訊家電,手持式裝置,個人數位助理,口袋型電腦, 電腦輔助教學,技術創造力,數位訊號處理,虛擬實驗室。

ABSTRACT

In this proposal, a computer-aided instruction (CAI) system based on the hand-held devices (such as personal digital assistant or pocket PC) is designed and implemented for the cultivation and promotion of students' technological creativity in digital signal processing (DSP). This proposal aims at exploring the cultivation of technological creativity for the students who major in the electrical and electronic engineering and some related fields. It is known that practices always make perfect. We are convinced that a friendly and iteratively remote experimental environment not only attracts students' interests in E-learning but also promotes their technological creativity. Thus, we intend to design and implement a virtual laboratory (VL) for real-time electrical & electronic experimentation in a remote-access manner through internet, a direct-access manner through intranet or wireless communication for handheld devices.

Keywords : computer-aided instruction (CAI) system, handheld device, personal digital assistant (PDA), pocket PC, technological creativity, virtual laboratory (VL) for digital signal processing (DSP).

一、研究目的

創造力是人類所擁有的天賦潛能與專長才藝，任何人都無法抹滅這種潛在的能力。「創造力」一般指在平凡的日常生活中，不斷地動腦思考、研究、嘗試及試驗，去發掘與創造不平凡、特殊、從未見過及新穎的事務。至於，所謂的「技術創造力」，應該是指「工業技術」與「工程學術」的整合表現而言。其中工業技術攸關「實現創意的能力」，而工程學術則是探討「創意的可行性評估」，二者重疊互為表裡，如此才不致於使「創造力」成為幻想而已。在技術創造能力的培養過程中，值得探討的創造技法包括：腦力激盪法、缺點列舉法、希望點列舉法、KJ法、ALU策略法、功能目標列舉法、物品用途列舉法以及生態模擬法等。教師在善用創造技法引導學習之後，學生可以適時應用各種創造技法，藉以發掘解決問題的創意。腦力激盪術較傾向發散式的思考模式，學生反應出分歧又多樣的想法，得到的點子數量最多，對主題有許多意想不到的創意。缺點列舉法可以使得學生從實際層面考慮物品的缺失，使創意點子較能落實到實際問題的解決上。希望點列舉法可以使學生激發想像力，列舉希望物品應該具有的功能，使創意點子大量增加。KJ法可以使學生進行概念重組，產生有系統的分類、思考，進而培養整合的能力。此外，這種方法並且可以明白事物的邏輯定理，再針對事物的缺失加以改善。ALU策略法可以使學生的思考符合實際，並且能針對現況做分析，較側重於歸納應用。

在快速變遷的 e 世代生活中，網際網路鼓動資訊風潮，促成了人類文明、科技之大躍進。以網際網路為主架構所建構出來的“資訊公路”，讓訊息之流通無所不在、無遠弗屆。網際網路主要包括三大特質。第一、高互動性。在網際網路上所有使用者都以 TCP/IP 的統一標準通訊協定進行資訊之交流，免除了跨越異質環境和地理、時間的界限，使得資訊的流通更為迅速而且便利，資訊傳播者和接收資訊的一端能夠更直接而且有效地產生互動。第二、大眾化和普遍化。資訊在網際網路上傳播的方式包括：聲音、影像和文字等多媒體傳播，透過雙向之互動溝通、同步和非

同步之傳播特性，網際網路可以視個人之需求，提供更為大眾化和普遍化之資訊。第三、多樣化。不侷限於以往單純以聲音、影像、文字等個別之方式呈現資訊，全球資訊網路〈world-wide web; www〉利用超連結的方式，將各類媒體以非線性的方式連結，呈現出更為豐富而且多樣化之資訊。此外，在新一波的數位革命中，手持式裝置異軍突起，它涵蓋了個人電腦的特色與優點，並且擺脫了以往電腦“笨重”、“攜帶不易”等刻板印象，將各種數位化的應用和我們生活中的每一個環節緊密相結合。手持式裝置，諸如：個人數位助理(personal digital assistant, PDA)和口袋型電腦(pocket PC)，提供使用者開放式的作業平台。舉凡個人電腦提供的功能：網路傳輸、電子郵件、文書處理和多媒體應用等項目，在手持式裝置中皆一應俱全。使用者並且可以在多工的環境下自行撰寫各類應用程式，配合其“輕、薄、短、小”之高可攜性，相信手持式裝置必能結合手機、家電等產品，快速成為未來資訊發展之主流。

本套系統擬利用網際網路「高互動性」、「大眾化、普遍化」和「多樣化」之特性，和各種創造技法，在伺服器(Server)上建構一套可以從事電子電路實習實驗之「虛擬實驗室〈Virtual Laboratory, VL〉」。在「虛擬實驗室」的架構下，該套系統提供學習者一個方便、友善而且內容生動豐富的「遠距 E 化學習環境〈Remote E-learning Environment〉」。學習者可以不受時間、空間的限制，使用個人電腦或手持式裝置透過網際網路或無線網路操控遠端的伺服器，從事一系列和電子電路相關之實習實驗。各個電子電路實習實驗單元和電路板之部分元件值，均可以在網頁之圖控介面上做選擇，而電路之輸出波形也可以同步出現在網頁之畫面中，藉由互動式圖控實習實驗介面的導引，一方面可以由實習實驗中印證理論之正確性，提昇專業課程之學習成效；另一方面也可以培養並提昇學生「數位訊號處理」等相關課程之學習效率與技術創造力。

二、研究方法

本套系統在伺服器、實習實驗設備和手持式裝置(PDA)(或個人電腦)三者之間建構壹套資訊流

通模式。基於此一資訊流通模式，我們在伺服器上開發了一套有助於培養學生「數位訊號處理」技術創造力之「電子電路」實習實驗模組，學習者可以使用個人電腦透過網際網路；或是使用手持式裝置(PDA)透過無線網路操控遠端的伺服器，從事一系列和電子電路相關之實習實驗。此套「虛擬實驗室」其架構請參考圖一所示。系統各部分之功能及操作簡單說明如下：

1. 各項實習實驗單元以模組化的方式呈現，每一塊電路板對應一個實習實驗單元，此種模組化之架構有助於實習實驗單元之擴充和電路板之維修替換。
2. 各個實習實驗單元之選擇和電路板上元件值之設定，完全由伺服器透過單晶片微控制器〈single-chip micro-controller〉來動態調整。
3. 各個實習實驗電路板所需要之輸入訊號由訊號產生器提供，而電路板之輸出結果則由數位表和示波器負責擷取後傳送給伺服器，伺服器可以透過 RS-232 介面依實際需求來操控各項儀器〈即訊號產生器、示波器和數位表〉之儀表板面的設定。
4. 為了使實習實驗電路板在動態調整元件值以後，其對應之輸出訊號波形可以更為生動逼真地呈現在學習者之螢幕上，我們使用 CCD 攝像設備，透過網際網路和伺服器擷取實習實驗之現場狀況，藉以增進「虛擬實驗室」之臨場感與真實性，提昇學習之成效。
5. 在伺服器上我們使用 VB 程式，發展出一套「互動式圖控實習實驗介面」，提供遠端之學習者透過網頁登入到本套「遠距離 e 化學習系統」中。學習者可以利用點選的方式選擇要執行之實習實驗單元，並且動態改變電路之元件值，以便觀察不同元件值對電路輸出波形之影響，充份印證實習實驗結果和理論之一致性。

三、實作成果

本套「虛擬實驗室」已經完成的部份包括：

1. 各項實習實驗之電子電路模組〈如圖二所

示〉。

2. 單晶片微控制器執行實習實驗模組選擇和元件值設定之控制介面〈如圖三所示〉。
3. 伺服器操控訊號產生器、示波器和數位表，進行電子電路模組輸出波形之電汽特性量測功能的使用者介面〈如圖四所示〉。
4. 伺服器操控 CCD 攝像設備，擷取實習實驗之實況畫面〈如圖五所示〉。
5. 「虛擬實驗室」系統各模組相互間之聯結〈如圖六所示〉。

四、結論

總結來說，本套「虛擬實驗室」的創意、特色包括下列各項：

1. 前瞻性

將網際網路與教學相結合，藉由電腦輔助各項專業學習，可以有效提昇學習之成效，符合多媒體遠距教學之趨勢，切合未來「網路大學」的發展願景。

2. 便利性

學習者可以在不受時間、空間的限制下，透過網際網路從事一系列和電子電路相關之實習實驗，從實習實驗中印證專業理論。

3. 環保性

透過網際網路在「虛擬實驗室」中從事實習實驗，可以大幅度減少相關實習實驗耗材之使用，進而達到「垃圾、廢棄物減量」之「環境關懷與保護」目標。

4. 經濟性

「虛擬實驗室」之建立可以避免許多人都需要使用實習設備從事實驗的時候，學校必需重複設置多套相同設備所造成之額外經費支出，符合「經濟性」之原則。

5. 擴充性

各項電子電路實驗實習單元均以「模組化」方式設計，只要抽換不同之實驗模組板，便可以進行各種不同的實驗，此項設計上的特色有助於「虛擬實驗室」之維修和設備之擴充。

6. 延伸性

「虛擬實驗室」之架構與觀念，不僅可以應用在電子電路之實習實驗方面，也可以延伸該應用在其他專業領域之電腦輔助教學實驗上。

7. 實用性

市面上販賣之各種專業電腦輔助教學〈CAI〉系統〈例如：語言、飲食、養生和運動等〉可謂琳瑯滿目，內容也非常成熟。然而，前述各種電腦輔助教學系統均屬靜態操作。本套系統係透過網際網路實際操控遠端之實體設備，並將實驗結果經由 CCD 攝像系統送回學習者，此一互動關係有助於促進學習者之興趣，強化本套系統之實用性。

8. 人文關懷

透過「虛擬實驗室」從事電子電路相關之實習實驗，可以和傳統使用一般實驗室做實驗達到相同之「實驗、理論相互印証」之學習成效。但是，對於肢體殘障之學習者而言，本套系統可以免除學習者聯結整套設備時所耗費之體力和不便。此外，對於社會上有心上進但在學習能力、經濟條件和身心發展等方面居於劣勢的一群，本套「遠距 e 化學習系統」提供他們另外一種有效、經濟、便捷而且人性化之學習途徑。

誌謝

This project has been partially sponsored by the National Science Council, Taiwan, ROC, under contract number NSC-91-2522-S-131-001-X3.

參考文獻

1. D. Deitz, "Impact Codes for the Virtual

Laboratory," *Mechanical Engineering*, vol. 117, no. 5, pp. 66-70, May 1995.

2. K. Mitchell, G. Kerdoncuff, and G. May, "Microelectronics Processing Education Using the Internet," *Proc. 25-th Annual Conf. On Frontiers in Education*. pp. 5-13, November 1995.

3. P. Daponte, L. Nigro, and F. Tisato, "Virtual Laboratory : An Object-Oriented Framework," *Proc. 1994 Instrumentation and Measurement Technology Conf.* pp. 11-16, May 1994.

4. V. L. Stonick, "Teaching Signals and Systems Using the Virtual Laboratory Environment at CMU," *Proc. 1993 IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 36-39, April 1993.

5. R. J. Kozick, and C. C. Crane, "An Integrated Environment for Modeling, Simulation, Digital Signal Processing and Control," *IEEE Trans. Education*. vol. 39, no. 2, pp. 114-119, May 1996.

6. D. M. Etter, G. C. Orsak, and D. H. Johnson, "A Distance Learning Design Experiment in Undergraduate Digital Signal Processing," *Proc. 1995 Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 2885-2887, May 1995.

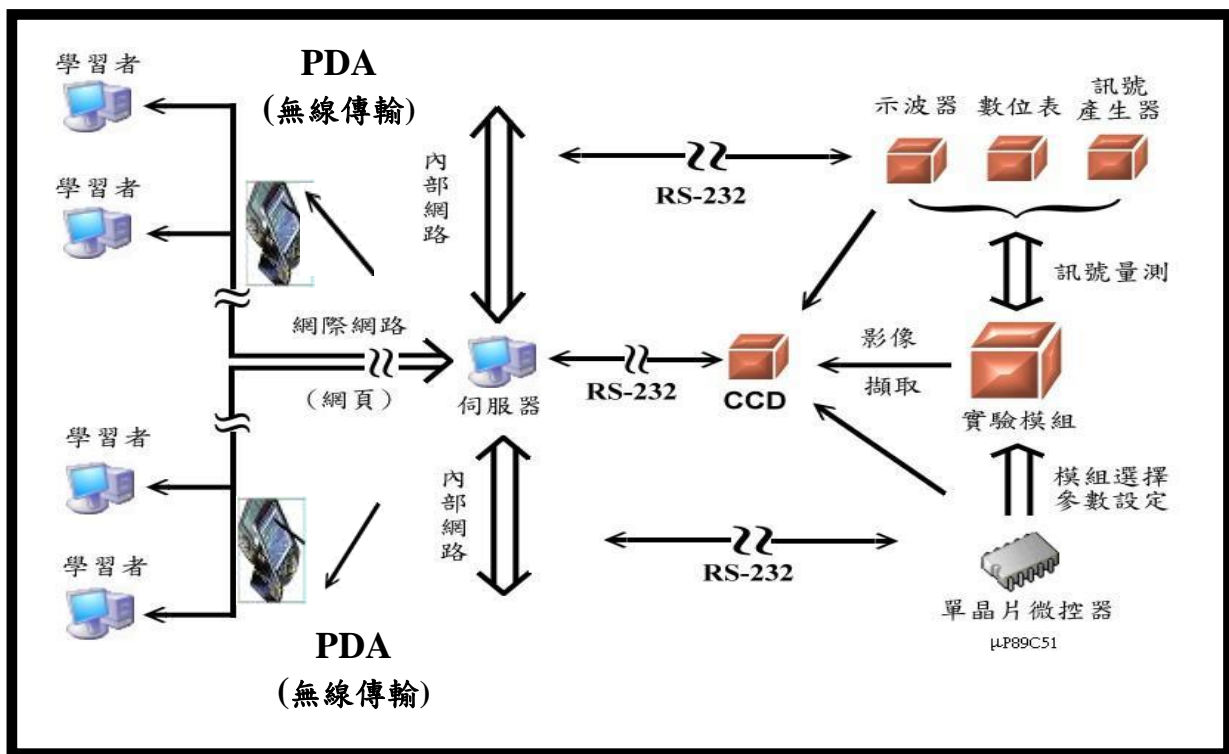
7. M. Mansour, and W. Schaufelberger, "Software and Laboratory Experiments Using Computers in Control Education," *IEEE Control System magazine*, vol. 9, no. 3, pp. 19-24, April 1989.

8. H. Klee, and J. Dumas, "Theory, Simulation Experimentation : An Integrated Approach to Teaching Digital Control Systems," *IEEE Trans. Education*, vol. 37, no. 1, pp. 57-62, February 1994.

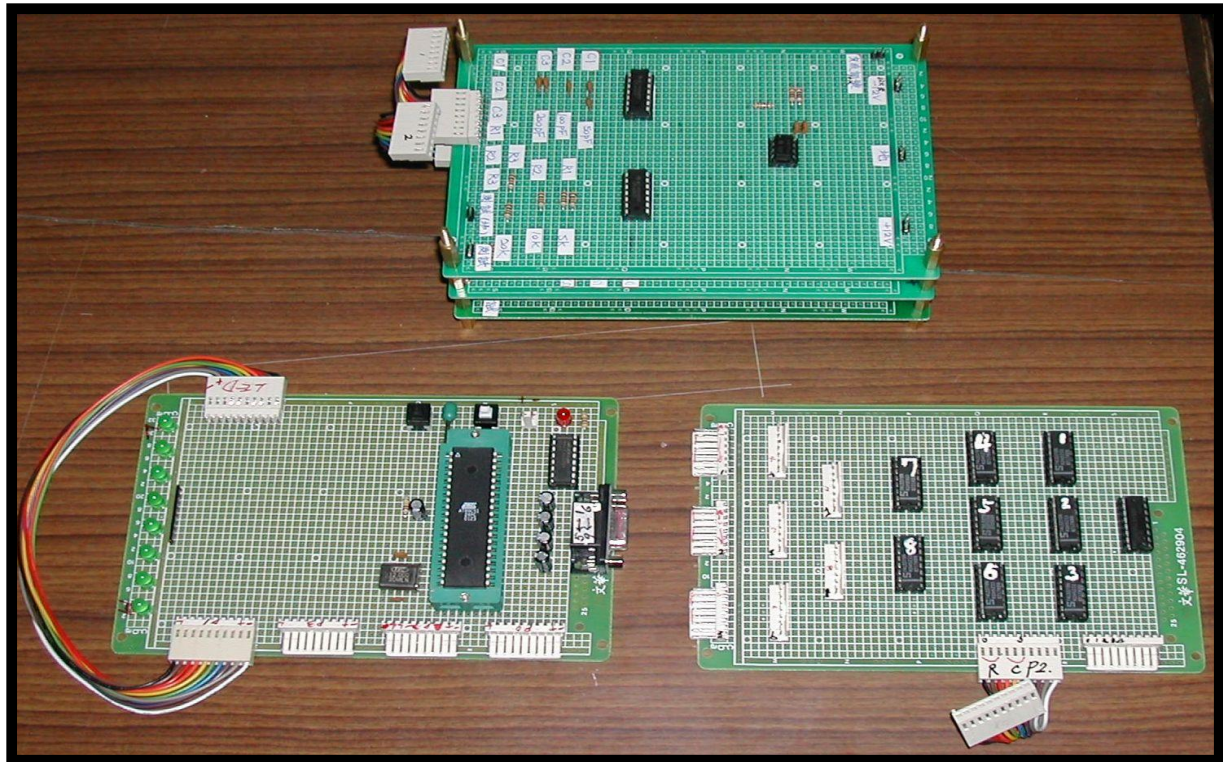
9. M. W. Gertz, D. B. Stewart, and P. K. Khosla,

- “A Human Interface for Distributed Virtual Laboratories,” *IEEE Robotics Magazine*, vol. 1, no. 4, pp. 5-13, December 1994.
10. G. V. Kondraske, R. A. Volz, D. H. Johnson, D. Tesar, J. C. Trinkle, and C. R. Price, “Network-based Infrastructure for Distributed Remote Operations and Robotics Research,” *IEEE Trans. Robotics and Automation*, vol. 9, no. 5, pp. 702-704, October 1993.
11. M. R. Stein, R. P. Paul, P. S. Schenker, and E. D. Paljug, “A Cross-Country Tele-Programming Experiment,” *Intel. Robots and Systems. Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Human Robot Interaction and Cooperative Robots*, vol. 2, pp. 21-26, 1995.
12. T. M. Chen, and R. C. Luo, “Multisensor-based Autonomous Mobile Robot Through Internet Control,” *Proc. 23-th Int. Conf. on Industrial Electronics. Control and Instrument. IECON*, vol. 3, pp. 1248-1253, 1997.
13. Y. Y. Hsu, N. Y. Hsiao, M. H. Tsai, P. C. Wang, H. S. Jou, and H. Y. Wang, “A Distribution Automation Laboratory for Undergraduate and Graduate Education,” *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 13, no. 1, pp. 1-7, February 1998.
14. W. I. Clement and K. A. Knowles, “An Instructional Robotics and Machine Vision Laboratory,” *IEEE Trans. Education*, vol. 37, no. 1, pp. 87-90, February 1994.
15. C. A. Bohus, L. A. Crawl, B. Aktan, and M. H. Shor, “Running Control Engineering Experiments over the Internet,” *IFAC World Congress, San Francisco, CA*, vol. G, pp. 25-34, June-July 1996.
16. B. Aktan, C. A. Bohus, L. A. Crawl, and M. H. Shor, “Distance Learning Applied to Control Engineering Laboratories,” *IEEE Trans. Education*, vol. 39, no. 3, pp. 320-326, August 1996.
17. D. Gilletz, and E. Gorrochategui, “Remote Experiment with LabVIEW,” *National Instruments’ Instrumentation Newsletter*, vol. 10, no. 3, pp. A3, 1998.
18. J. W. Overstreet, and Anthony Tzes, “An Internet-based Real-time Control Engineering Laboratory,” *IEEE Control System magazine*, pp. 19-34, October 1999.
19. 郭允文、湯卿燾〔民 87〕，科學及技術創造力培養計畫，科學發展月刊，26(5)，941~947。
20. 洪榮昭〔民 87〕，技術教育專題製作中之創意發展--日本案例探討，泰山職訓局創造思考研討會。
21. 張一蕃〔民 87〕，技術專業實務能力培養研究計畫簡介，科學發展月刊，26(5)，898~902。
22. 吳明雄〔民 87〕，專題製作之創意發展--以多功能機器人為例，國科會專題研究 NSC 87-2516-S-003-002。
23. 莊謙本、戴建耘，發展我國工業職業學校資訊科課程之研究，國科會 83 年度專題研究計畫成果報告。
24. 康自立、蕭錫錡，技職教育課程基礎的理論研究，國科會 83 年度科學教育專題研究計畫。
25. 康自立，工業職業教育能力本位課程設計的理論與實際，台北：大文化，67 年。
26. 張天津，專科學校電機工程科畢業生就業技術能力之分析研究，國科會 83 年度科學教育專題研究計畫。
27. 陳素貞，「實驗設計」技能之教材研究，國科會 83 年度科學教育研究計畫。

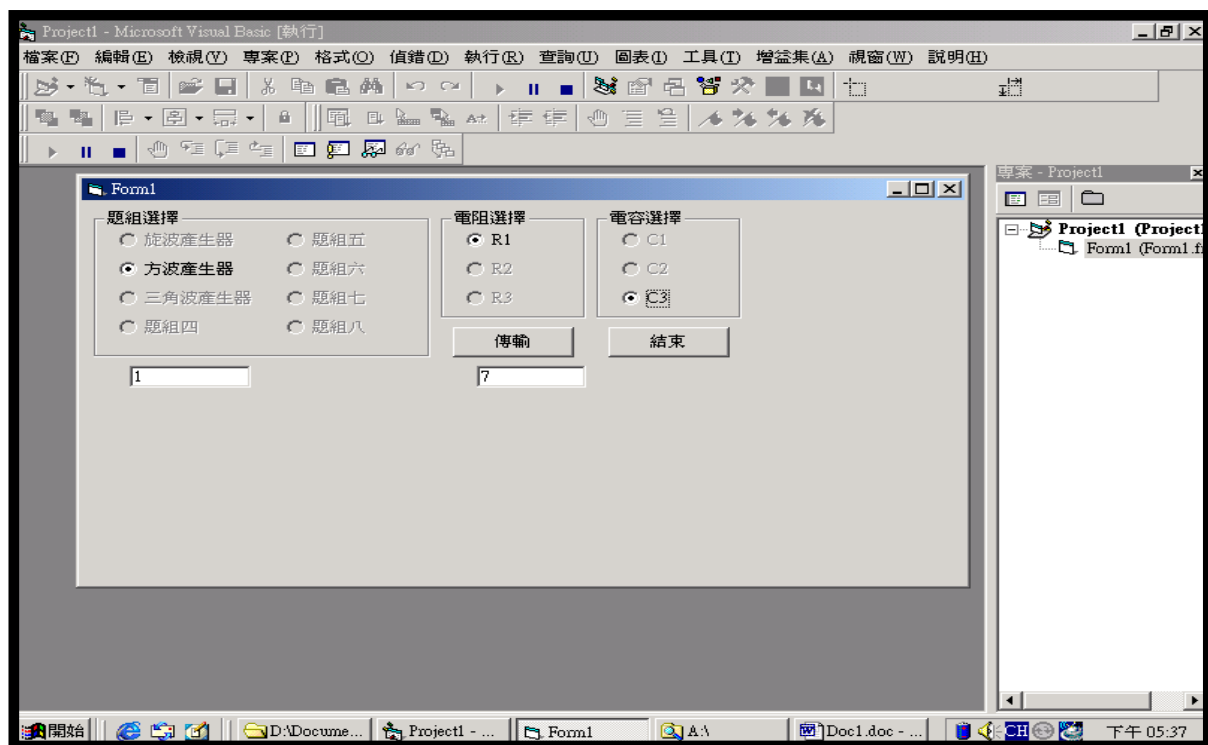
28. 康自立, 教材發展之基本概念, 職業訓練教材製作參考手冊, 行政院勞委會職業訓練局, 78年。
29. 王作榮, 技能教育的行業分析法研究, 台北: 中國工業職業教育學會, 4-5, 76年。
30. 黃政傑, 課程評鑑, 台北: 師大書苑, 76年。
31. 黃政傑, 課程設計, 台北: 東華書局, 80年。
32. 莊謙本, 高科技教學策略與教材發展理念, 國立台灣師大工研所自動化量測與電腦模組化教材研討會, 80年。
33. 莊謙本, 我國工業職業學校資訊科畢業生所需具備就業技術能力之分析研究, 國科會專題研究計畫成果報告 (NSC83-01-11-S-003-015TG)。
34. 楊朝祥, 技術職業教育理論與實務, 台北: 三民書局, 80年。
35. 余清華, 電腦輔助教學--理論與實務, 松崗圖書公司, 83年。
36. 朱延平, 電腦輔助教學軟體編輯工具, 松崗圖書公司, 83年。



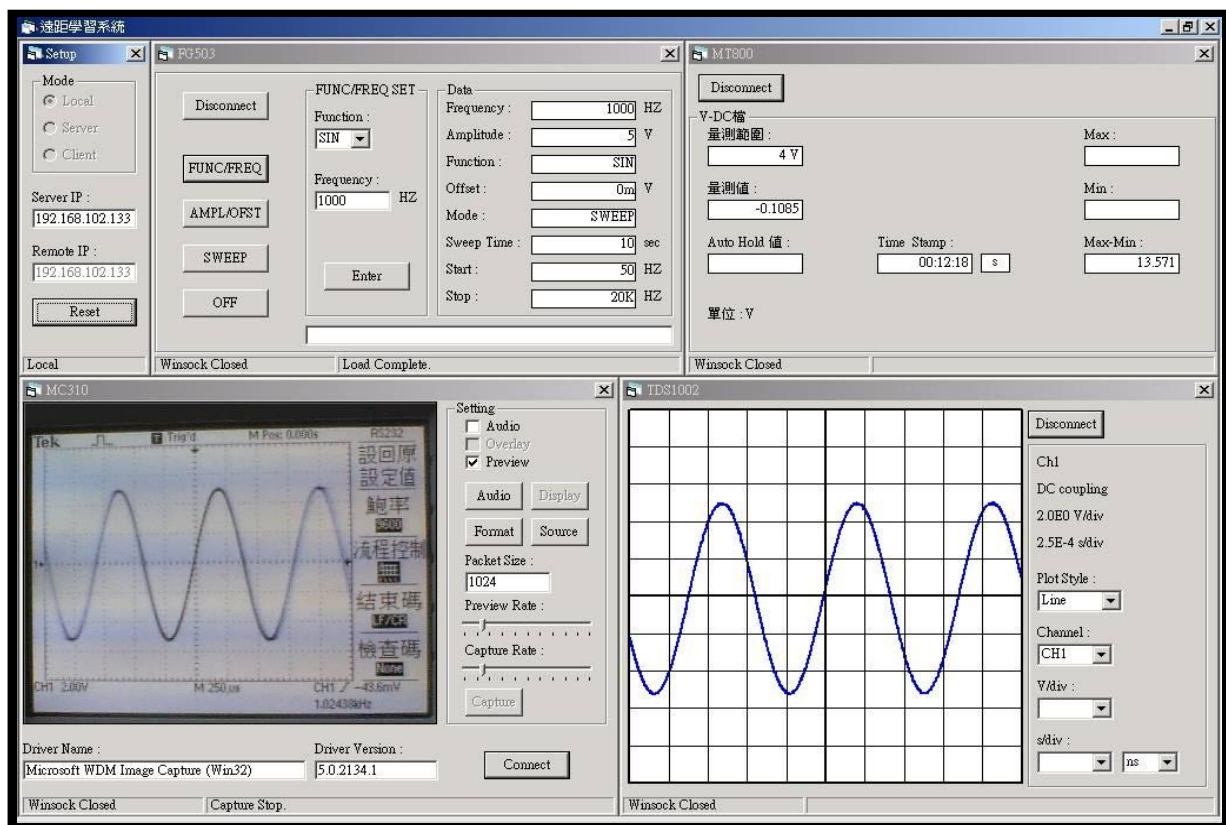
圖一、「虛擬實驗室」之系統架構



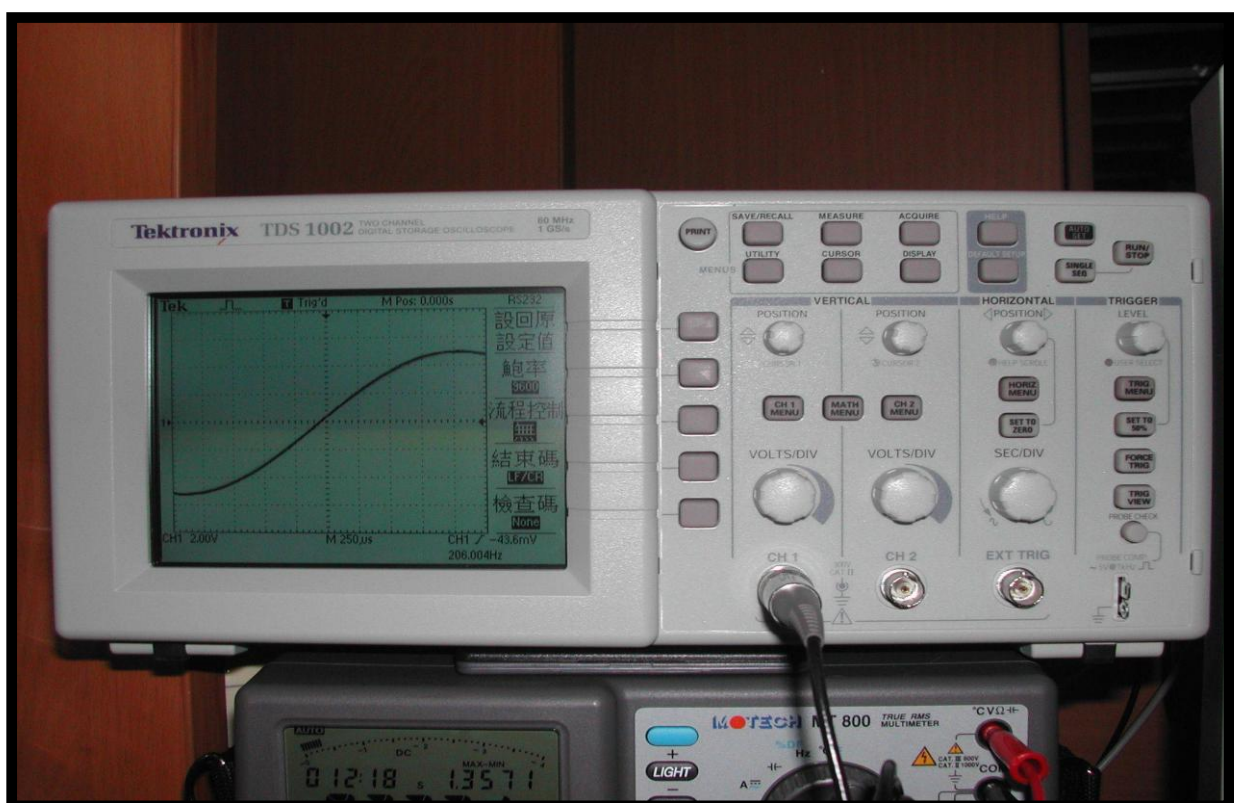
圖二、各項實習實驗之電子電路模組



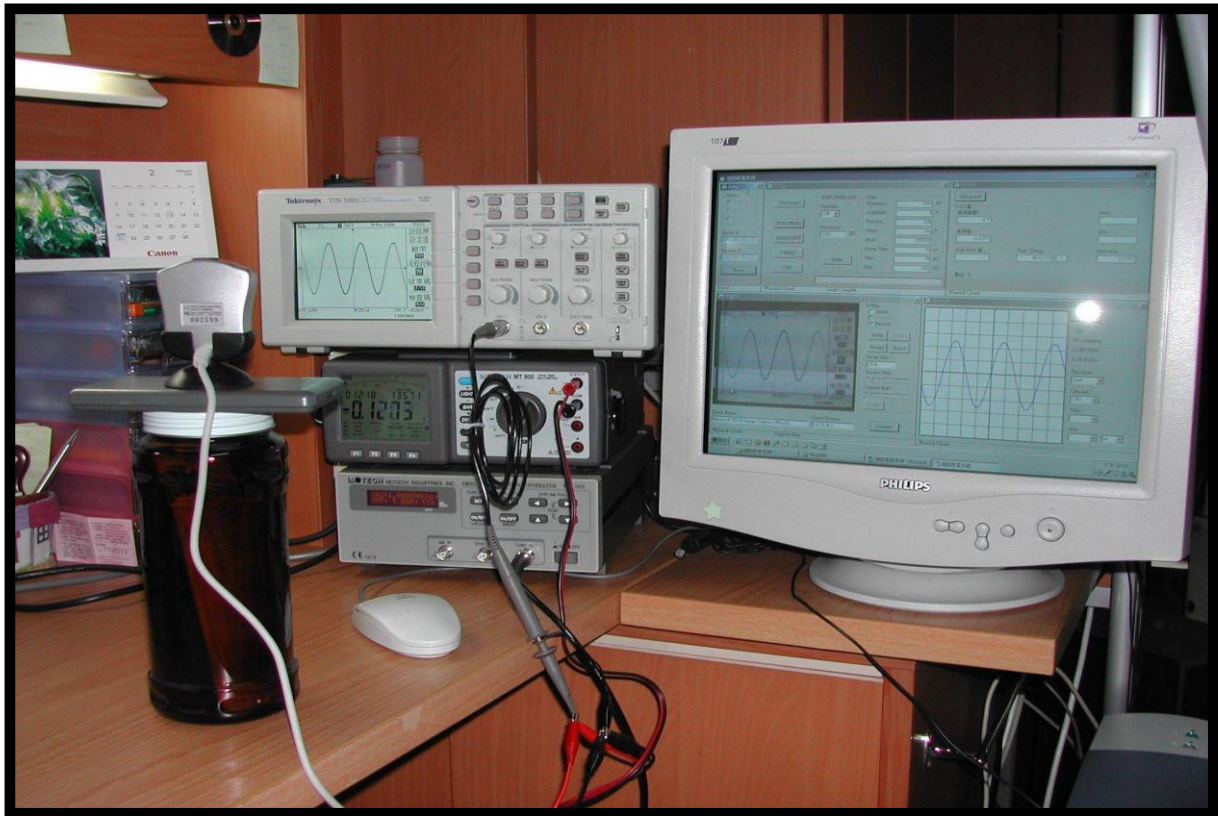
圖三、單晶片微控制器執行實習實驗模組選擇和元件值設定之控制介面



圖四、伺服器操控訊號產生器、示波器和數位表，進行電汽特性量測



圖五、伺服器操控 CCD 攝像設備，擷取實習實驗之實況畫面



圖六、「虛擬實驗室」系統各模組相互間之聯結

