【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告(封面)
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PEE1080148
學門分類/Division：工程
執行期間/Funding Period：2019-08-01-2020-07-31

計畫名稱/以問題及專題為導向之微處理機課程創新教學實踐研究
配合課程名稱/微處理機系統實習

計畫主持人(Principal Investigator)：何子儀

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：逢甲大學電機工程學系

成果報告公開日期：

□立即公開 ■延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2019-08-05

(計畫名稱/以問題及專題為導向之微處理機課程創新教學實踐研究)

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

產業界研究開發部門(R&D)在開發設計一個專案產品時都必須經過四個步驟，必須不斷的嘗試不同的(1)發想與構思然後再(2)設計及(3)製作，在開發過程中當問題不斷出現時，就必須嘗試不同的設計方法來解決，最後，才能完成一個完整的產品開發與展示(4)操作。基於此概念，若能將此開發四個步驟依序實施且落實於學校之專題實作課程教學，不但可提升學生學習興趣與研發能力，亦可培育產業所需人才，進一步縮短產業界產品設計時程與開發成本之降低，達到產業界與學界雙贏之結果。基於此動機，因此，提出以問題及專題為導向(Problem and Project Based)之微處理機課程創新教學實踐研究計畫的主題，將此實踐研究計畫以資電學院電機系二年級下學期微處理機系統實習課程為主要實施對象。冀望此研究計畫的完成能提高學生學習興趣及動手做的能力，強化學生實作之技能進而了解理論原理之如何實現，達到學用合一的教學目的與教學品質的提升。同時認識產業之需求，進一步達到產業需求與學界培育技術與人才之無縫接軌。本教學實踐研究計畫其內容與本校整體發展特色具關聯性，並且落實本校高教深耕計畫有關厚植學生基礎能力與問題解決能力、發展以 MIT CDIO 與 Stanford Design Thinking 為內涵的教學模式，培養學生具備從構思到實踐的創新實作能力以及引進五加二特色產業資源培養國家所需競爭力人才，尤其在智慧機械與製造關鍵技術人才之培育之「教學創新」措施。

2. 文獻探討(Literature Review)

為了提升學生學習的興趣與知識的傳遞，國內外專家學者提供很多教學的方法與策略。問題與專題導向教學方法，主要以解決真實的科學問題為學習目標，在問題及專題討論的過程中，運用個人的發想構思，提供多元化解決策略。並且互相學習彼此心得、觀點、思考邏輯及對策，達到解決問題的目的。使學生能更有學習的興趣與自主學習能力的提升，這是問題導向學習優於傳統講述教學法的原因之一。文獻[1-2]實施專題導向式教學於高中職電腦課程程式設計課程，並將其和傳統教學方式做比較。研究發現，在課程滿意度上，採用專題導向式教學的學生不論在學習心得、學習情形或學習感想方面均明顯較採用傳統教學方式的學生為高。對於自己在課堂上表現的評分及對課程的意見與建議，專題導向教學的學生也有較高的肯定。而在針對實施專題導向教學的實驗組學生所做的問卷調查顯示，學生在認知、情意及技能三個向度都給予正面的評價，顯示學生的確相當喜歡並且認同這種能夠學用合一的教學方式。此外，大部份的學生則表示希望其它課程也能能採用專題導向的方式來上課。文獻[3]則提出專題導向學習法應用於單晶片控制教學實施之準備依據，教師是課程專業知識傳遞與引導者。因此準備的工作包括建構學生基礎相關知能、教學相關資源需預先備妥、各專題小組合作學習之情況及要求各小組進行課程中不足的討論活動，而教師是整個課程掌控者。另外，研究結果說明專題導向學習法較以往傳統教學法有樂趣，且專題導向學習法在期末學生評鑑時，能給予客觀且準確的評判。在學生方面，自我學習與解決問題的能力提升、思考分析的能力

提升及學習從個體獨立擴展到小組合作及合群能力。

在工程教育上問題導向教學已經被證明是非常有效的學習方式，這些結果說明問題導向學習的過程在教學中可以有效的讓學生學習較艱難的工程概念[1]。簡易的支架式教學與高度結構化支架式教學，分別將實施於問題及專題導向的教學學習方法，其結果並沒有顯著的差別。但是，兩者對於提升學生學習的興趣與知識的獲得，的確都有明顯的進步。若是將兩者一起同時實施在問題及專題導向教學，則顯示其能夠非常有效的解決困難的工程問題，主要原因是當學生在研究一個問題的過程中，其可獲得的知識與技能相較於傳統講述教學更多與更真實。研究結果更進一步說明，若是能夠提供高度結構化的支架式方法於問題及專題導向教學，則學生可以獲得更多的學習成果[1]。文獻[4]說明支架式教學（Scaffolding Instruction）為學生在學習一項新的概念或技能時，透過提供足夠的支援來提升學生學習能力的教學準備。使用支架理論與問題導向之教學，證明對剛接觸工程領域的學生是非常有幫助，可以提升他們學習的興趣與知識的獲得。文獻[5]主要在說明以 CDIO 為基礎的綜合課程其產生之功效將作為準備產品設計和開發的專業實踐 產品的設計開發則是依據產品的發想構思、設計製作與產品的操作。

本計畫主要參考文獻[2]及文獻[3]以問題導向及專題導向的教學研究方法，其教學前的課程規劃準備工作與實施後之檢討與回饋機制。另外在專題製作的開發研究上面則依據參考文獻[5]所說明的 4 個步驟，依序進行規劃。

3. 研究問題(Research Question)

本教學創新實踐計畫之研究問題主要在提高學生學習興趣及動手做的能力，強化學生實作之技能，進而了解理論原理之如何實現達到學用合一的教學。同時，藉由不同專題實作主題認識產業之需求面向，進一步達到產業需求與學界培育研發技術與人才之無縫接軌。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本教學實踐研究計畫雖然以二年級下學期微處理機系統實習課程為主要實施對象，然而修習學生其必須具備相關基礎課程，如邏輯設計及電子學與其實習，皆開課於二上。當學生修習電子學與實習之後，將會具備利用基礎電子元件設計一個簡易之電子系統(譬如：開關切換)。當修習完本課程之學生，可再進一步將其延伸應用在更高階及複雜之領域與控制，如三上之計算機控制與四下之電機控制課程，則提供此進階部份。為了有順序與計畫地完成本教學實踐研究，以下將針對本計畫所規畫之課程其執行步驟與執行內容詳細說明。圖 1 所示為本計畫實施問題及專題導向教學方法於微處理機課程之流程圖，基本上分為四個步驟有順序的執行。

而每一個步驟都必須有問題呈現及解決與討論，當此問題解決才繼續進行下一個步驟的執行。同時將每一個步驟問題的發生與過程及解決方法都詳細記錄於工作日誌，工作日誌則是每兩星期檢查一次。最後再將整個學期的工作日誌記錄列於期末專題報告書，提供其未來開發與設計之參考。譬如在開始步驟，發想與構思一個專題，當此專題還未被構思出來時，則不斷的以問題呈現在流程上，直到專題被構思出來，如圖 2 之發想與構思步驟。又譬如說在專題系統硬體設計步驟，其周邊電子電路還沒設計出來時，則不斷地提出不同電路設計問題，直到此問題被設計解決出來，如圖 3(a)之專題系統硬體設

計步驟。

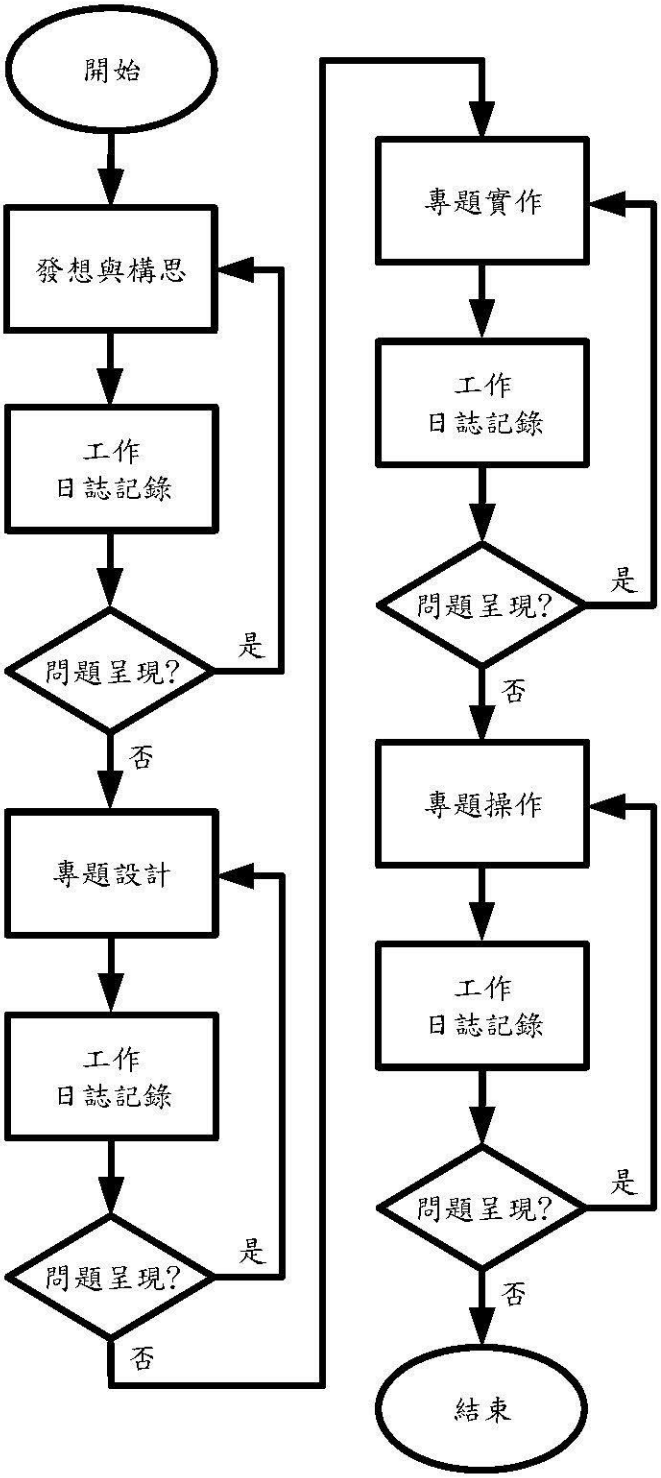


圖 1 計畫執行流程

由於微處理系統主要是大型積體電路的集成，電子零件為其基本元件。另外，微處理系統周邊之電子電路學，譬如感測器，電晶體切換開關，電流放大器，電壓轉換器、、、等，皆須首先獲得相關基本原理與認知，其可藉由修習本系第一學期開設之電子學(一)奠定必備基礎，再以此基礎執行本實踐研究計畫第二學期開設之微處理機與其實習之課程。本實踐研究計畫第二學期開設之微處理機與其實習課程採用課堂講授、問題導向、上機操作以及實際製作方式進行，課堂講授與問題導向主要在帶領學生激發創造實作專

題之構思與設計。同時，可以了解微處理機之基礎原理與其相關應用，而學生學習過程之問題解惑亦藉由講授來獲得。而學生將其構思與發想，付諸設計時，則必須藉由上機演練操作此步驟來完成。由於設計部份包括印刷電路板佈線(PCB layout)及軟體開發系統與問題產生，都必須實際上機演練才能夠達到，因此，必須進行上機操作的步驟。當完成專題構思與發想、設計及上機演練之後，即可製作一個完整的印刷電路板，再經過焊接以及軟體程式撰寫與燒錄，最後完成一個以微控制器為基礎之實作專題。由於本計畫主要利用構思與發想、設計、製作與操作及其各個步驟之問題導向方法來執行，以達其預期目標結果，因此，依據前述之進行方式，本計畫執行步驟與內容依序如圖 2 至圖 5 所示。

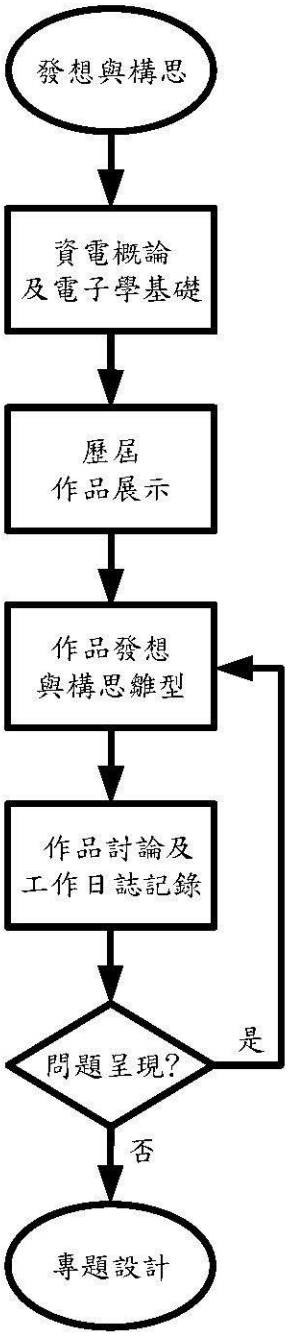


圖 2 構思與發想流程

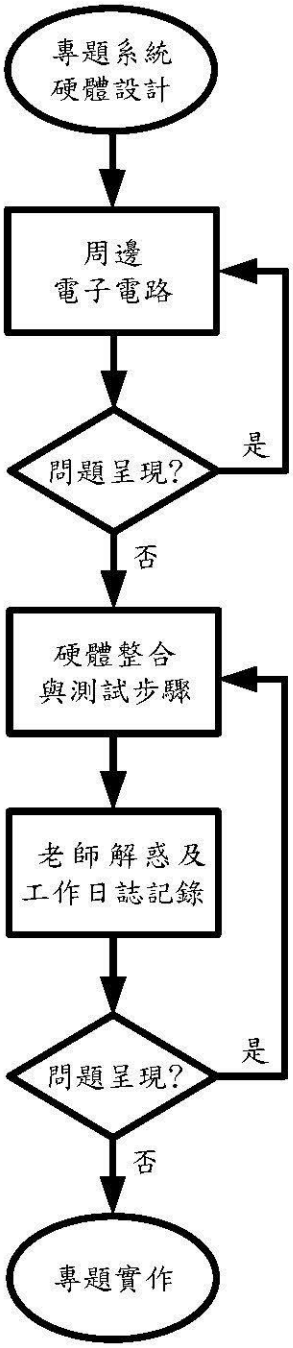


圖 3(a)硬體設計流程

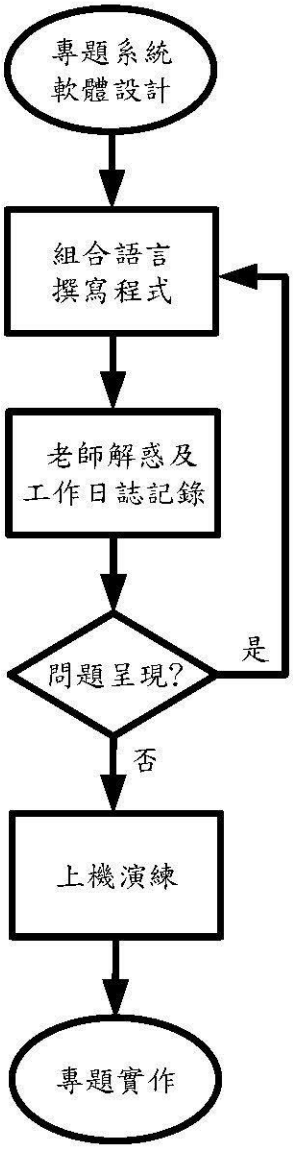


圖 3(b)軟體設計流程

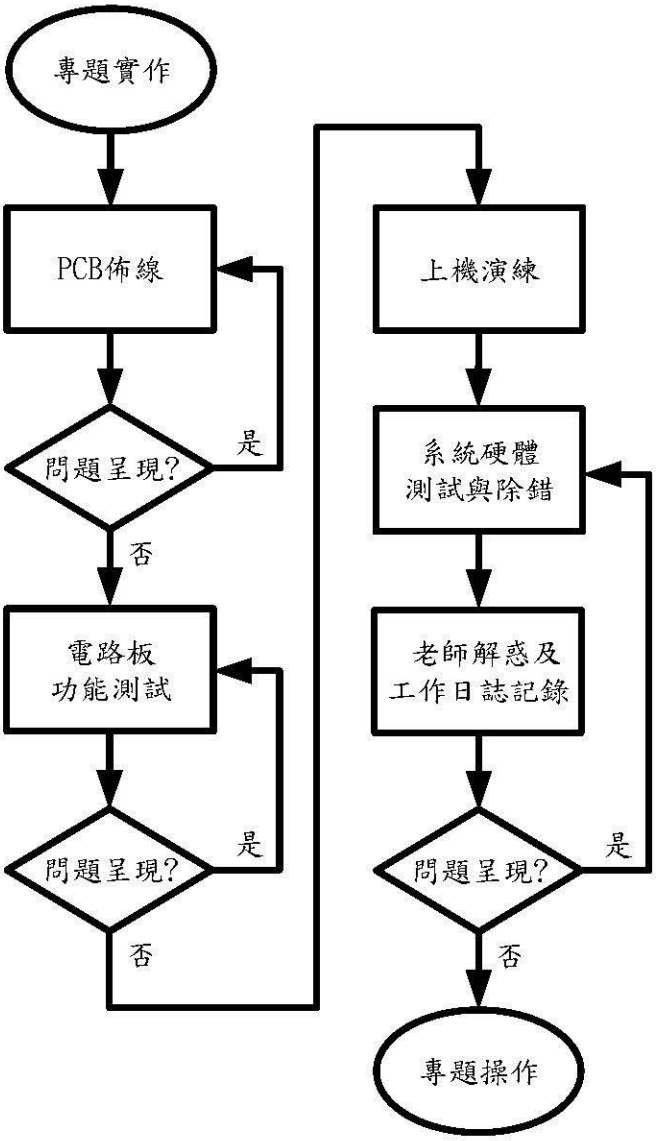


圖 4 專題實作流程

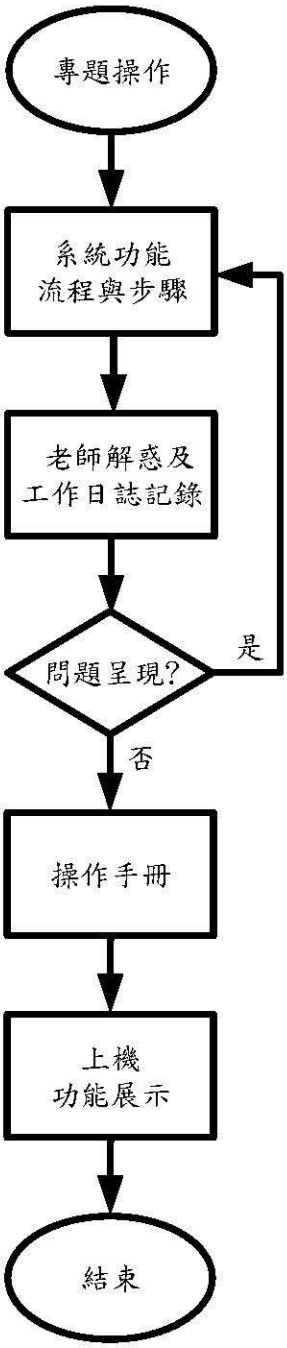


圖 5 操作流程

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

本教學實踐研究計畫提出一個基於問題及專題實作為導向之學習方法於微處理機課程教學，希望藉由問題及專題實作導向的教學方法歷程能夠培養學生在這些領域的興趣與知識獲得，因此本教學課程執行進度與規劃，如表 1 所列。

表 1 課程進度與規劃

周次	單元名稱與內容	授課方式
1	微處理機應用領域介紹及歷屆作品展示與操作。	➔ 講授與上機操演

2	使用 Keil (建專案、單步執行、、、) 教燒程式，跑馬燈程式、DELAY 算法及振盪器的選擇。	➔ 講授及上機實驗 ➔ 問題探討與解決
3	介紹 8051 LED 顯示方法，開關用法七段顯示器結構(共陽共陰)，七段顯示器的電阻(不要共同接)，七段顯示器共陽共陰顯示 0 到 9 的碼及常用指令。	➔ 講授及上機實作程式碼燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查
4	加減乘除指令，四顆 7 段顯示器的做法，掃描法，畫電路圖及打程式碼	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查 ➔ 小考 1
5	間接定址，直接定址及建 TABLE	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決
6	電晶體開關，掃描法及鍵盤掃描方法	➔ 講授與上機實作程式碼 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查
7	七段顯示器顯示 HELLO，共 13 顆電晶體 (電路+程式+TABLE)	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 上機實作小考 2 ➔ 問題探討與解決
8	PSW 暫存器及按鈕彈跳問題	➔ 講授與上機實作程式碼 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查
9	期中考	筆試
10	各組預報專題作品的 proposal (含構思與發想、設計流程、機構、操作功能，分工，製作方法等)	
11	電晶體開關及 7 段顯示器顯示學號	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決
12	基本計時器中斷原理，Timer 1 and Timer 2	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查
13	計時器中斷加 1 的寫法(00~99)	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決

14	外部中斷用按鈕加減 1(00~99)	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到板子上 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查 ➔ 小考 3
15	四個位數的碼錶串列埠程式寫法	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到 PCB 板子上 ➔ 問題探討與解決
16	串列埠程式應用	➔ 講授與上機實作程式碼，並燒錄到 PC 板子上 ➔ 問題探討與解決 ➔ 工作日誌檢查
17-18	期末報告：階梯教室，PPT 檔(附操作影片)，WORD 檔，完整之成品(含 PCB 電路板及機構之雛型機)	➔ 期末成果發表展示會與競賽 ➔ 實施評量指標 (Rubrics)

依據前述之教學設計方法與表一所列之教學課程規劃，本教學實踐研究計畫其教學暨研究成果，主要分成 4 個過程來描述並且輔之以相關照片來說明。

在設計與製作一項實作專題時，初期之實作系統架構創意與發想構思之完整將是決定其成功與否之關鍵。首先藉由一年級資電概論與倫理課程提供學生在電機系三個不同學程領域之認識及了解，再進一步經由三個不同學程老師帶領，培養學生具有構思與發想三個不同學程領域的相關實作專題之概念。另外，為了培養學生發想構思實作專題系統架構能力與問題導向之學習，將藉由講授與展示歷屆學長作品來激發其專題實作創意，學生對專題實作創意發想構思將利用與老師及助教之討論達到發想構思反饋與問題回饋之學習，如圖 6(a)所示，進一步獲得系統架構構思與發想之完整性，另外，亦將專題名稱之發想構思反饋與問題討論過程及解決方法，於期中報告呈現如圖 6(b)所示，構思完成專題成品初步架構，如圖 6(c)所示。

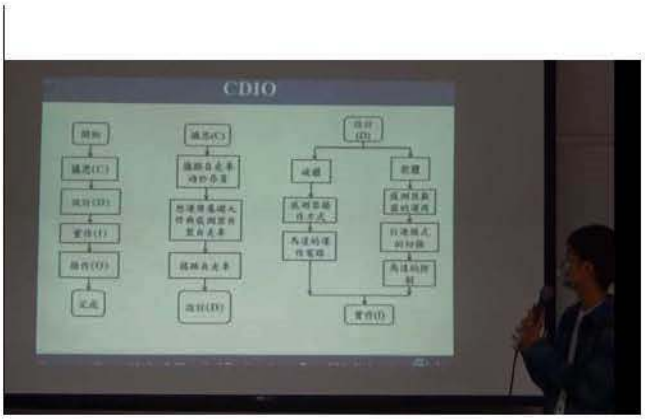
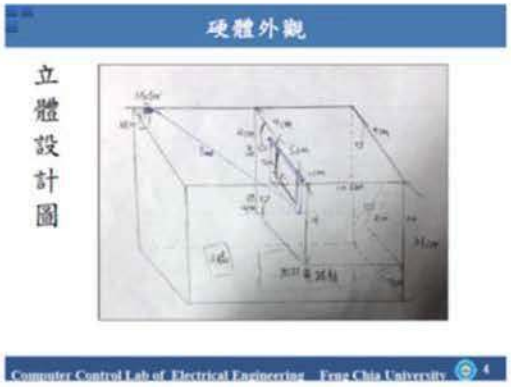


圖 6(a)專題實作創意發想構思與老師討論　圖 6(b)專題名稱發想構思於期中報告呈現



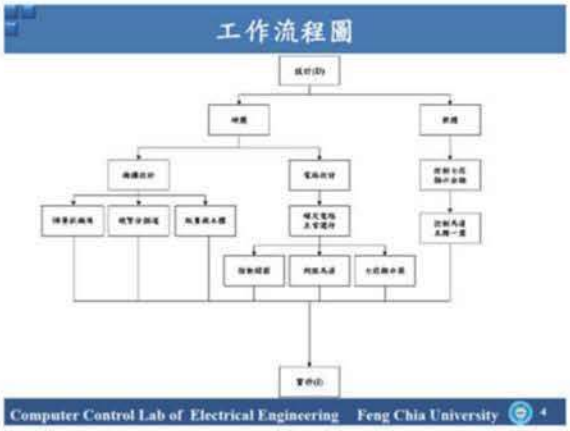


圖 6(c)構思完成專題成品初步架構　　圖 6(d)系統之硬體與軟體設計

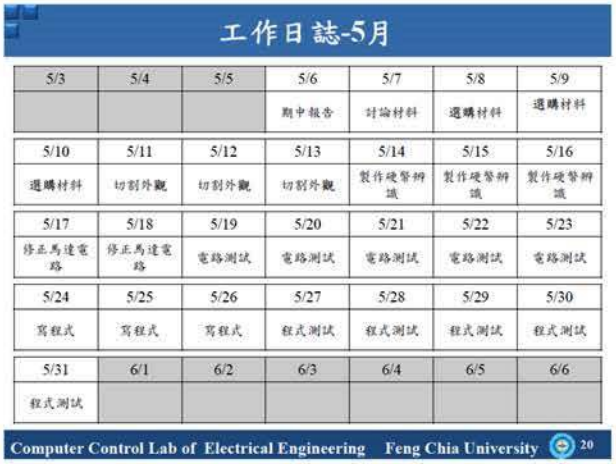
當整個實作專題之系統架構構思與發想完成，接著就開始設計全部系統之硬體與軟體。另外，在第一學期電子學(一)及其實習課程，已經提供學生如何設計之概念與簡易方法，因此，學生將更容易設計比較複雜之微處理機系統。由於實作專題之設計主要是以微處理機控制器為基礎，因此，其原理與周邊電路之認識、了解與設計，將藉由課堂講解、作業練習、問題產生與回饋解決以及上機實習演練來完成。在硬體系統設計方面為微處理機控制器及其周邊電路與機構組裝，其執行主要藉由講授系統功能流程圖與問題產生及不斷地回饋來解決，接著利用麵包板完成初階測試系統功能。然後再將雛型電路利用上機操作 OrCAD 佈線軟體，不斷地解決問題佈線與電路板層次，最後將其製作成印刷電路板，經過插件、接線及焊接，完成一個專題實作之硬體雛形，其各個階段執行流程如圖 7 所示。

7(a)上機操作 OrCAD 佈線軟體　　圖 7(b)曝光　圖 7(c)顯影

圖 7(d)蝕刻　　圖 7(e)焊接　　圖 7(f)麵包版測試

在軟體系統設計方面，則利用 Keil 微控制器系統開發軟體，撰寫組合語言程式碼，藉由講授相關程式範例及問題偵錯與除錯以及上機的實際操作，完成系統之各項功能。同時將硬體與軟體設計之佈線問題、程式問題偵錯與除錯的產生與過程及解決方法都詳細記錄於工作日誌，提升未來之設計能力，其流程如圖 8 所示。

圖 8 軟體程式撰寫與偵錯



工作日誌-5月

5/3	5/4	5/5	5/6	5/7	5/8	5/9
			期中報告	討論材料	選購材料	選購材料
5/10	5/11	5/12	5/13	5/14	5/15	5/16
選購材料	切割外觀	切割外觀	切割外觀	製作硬體辨識	製作硬體辨識	製作硬體辨識
5/17	5/18	5/19	5/20	5/21	5/22	5/23
修正馬達電路	修正馬達電路	電路測試	電路測試	電路測試	電路測試	電路測試
5/24	5/25	5/26	5/27	5/28	5/29	5/30
寫程式	寫程式	寫程式	程式測試	程式測試	程式測試	程式測試
5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6
程式測試						

Computer Control Lab of Electrical Engineering Feng Chia University 20

圖 9 工作日誌

組員心得

舒煒麟：

這次微處理機專題是我第一次團體製作一份專題，從一開始不知道8051是什麼，到現在能了解其應用並完成一個作品，非常感謝老師在正課所教的東西，也感謝助教也在我們做這個專題的過程中給予我們許多的幫助和指導，更是花了許多課外時間來替我們解決問題。我也要謝謝我所有組員的配合跟幫助，過程中沒有任何的爭吵，而是每個人一起去解決問題，每個人都很適當的分工來完成這次的專題。

在整個製作過程中，最傷神的就是Debug的部分，每當你認為程式和電路是對的而結果卻不是呈現你所想要的時候，這是最讓人崩潰的，但最後找出問題並解決之後，那個成就感和過程我想應該是這個專題中收穫最大的一個部分吧。

Computer Control Lab of Electrical Engineering Feng Chia University 16

圖 10(a)心得報告

組員心得

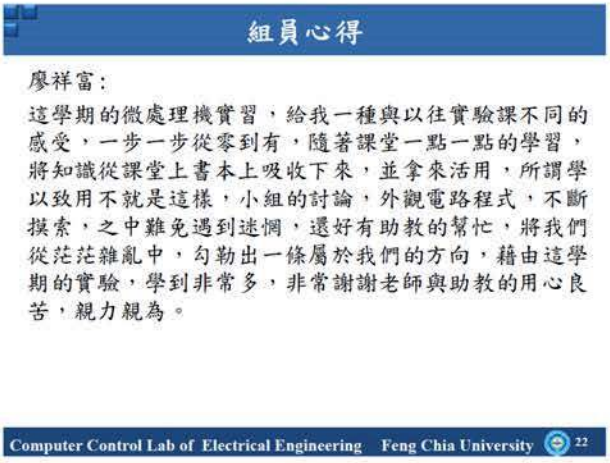
李瑜彤：

在大一下的時候，就有聽到學長姐做微處理機的哀嚎，一年後，輪到我了，先是題目就進入毫無想法的狀態，而且也不知道要先從哪一步下手，不過我最後有學到一件事---先做再說，不要想太多，缺甚麼以及目的是甚麼，就是要做的第一步，像我們組需要紅外線，我就假日主動找助教學模組，也非常謝謝助教們都很有耐心的教導我，我真的很常去實驗室問東問西，真的很謝謝你們。我們在直流馬達和程式與硬體的對接一直又出現問題，所以進度也推遲了幾個禮拜，最後就決定化簡電路，去解決這個問題。結構的方面，選擇材料，量測長度，有好多需要思考的地方，當一片一片單獨的物件，漸漸變成一個完整的作品，很有成就感。

最後，謝謝我的組員，讓我學到很多東西，當個善良的人比什麼都重要，謝謝你，你，還有你。

Computer Control Lab of Electrical Engineering Feng Chia University 19

圖 10(b)心得報告



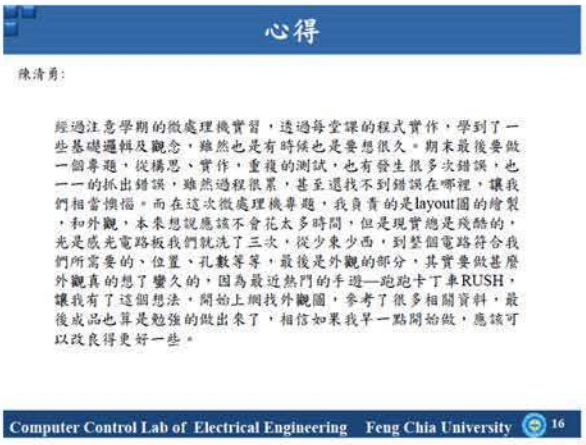
組員心得

廖祥富：

這學期的微處理機實習，給我一種與以往實驗課不同的感受，一步一步從零到有，隨著課堂一點一點的學習，將知識從課堂上書本上吸收下來，並拿來活用，所謂學以致用不就是這樣，小組的討論，外觀電路程式，不斷摸索，之中難免遇到迷惘，還好有助教的幫忙，將我們從茫茫雜亂中，勾勒出一條屬於我們的方向，藉由這學期的實驗，學到非常多，非常謝謝老師與助教的用心良苦，親力親為。

Computer Control Lab of Electrical Engineering Feng Chia University 22

圖 10(c)心得報告



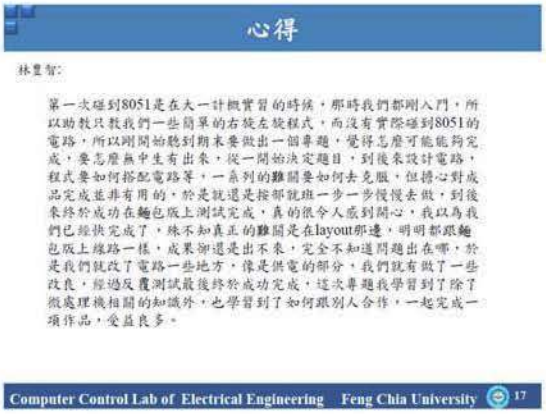
心得

陳清勇：

經過注意學期的微處理機實習，透過每堂課的程式實作，學到了一些基礎邏輯及觀念，雖然也是有時候也是要想很久。期末最後要做一個專題，從構思、實作、重複的測試，也有發生很多次錯誤，也一一的抓出錯誤，雖然過程很累，甚至還找不到錯誤在哪裡，讓我們相當煩惱。而在這次微處理機專題，我負責的是layout圖的繪製，和外觀，本來想說應該不會花太多時間，但是現實總是殘酷的，光是感光電路板我們就洗了三次，從少來少西，到整個電路符合我們所需要的、位置、孔數等等，最後是外觀的部分，其實要做甚麼外觀真的想了蠻久的，因為最近熱門的手遊—跑跑卡丁車RUSH，讓我有了這個想法，開始上網找外觀圖，參考了很多相關資料，最後成品也算是勉強的做出來了，相信如果我早一點開始做，應該可以改良得更好一些。

Computer Control Lab of Electrical Engineering Feng Chia University 16

圖 10(d)心得報告



心得

林豊智:

第一次碰到8051是在大一計概實習的時候，那時我們都剛入門，所以助教只教我們一些簡單的右旋左旋程式，而沒有實際碰到8051的電路，所以剛開始聽到期末要做出一個專題，覺得怎麼可能能夠完成，要怎麼無中生有出來，從一開始決定題目，到後來設計電路，程式要如何搭配電路等，一系列的難關要如何去克服，但擔心對成品完成並非有用的，於是就還是按部就班一步一步慢慢去做，到後來終於成功在麵包版上測試完成，真的很令人感到開心，我以為我們已經快完成了，殊不知真正的難關是在layout那邊，明明都跟麵包版上線路一樣，成果卻還是出不來，完全不知道問題出在哪，於是我們就改了電路一些地方，像是供電的部分，我們就有做了一些改良，經過反覆測試最後終於成功完成，這次專題我學習到了除了微處理機相關的知識外，也學習到了如何跟別人合作，一起完成一項作品，受益良多。

Computer Control Lab of Electrical Engineering Feng Chia University 17

圖 10(e)心得報告

圖 11 期末作品成果發表會及競賽

本計畫依據前述之進行方式與執行步驟利用問題及專題實作為導向之學習方法於微處理機課程教學，學生學習回饋及教師的省思可以藉由學生詳細記錄四個階段問題的發生與過程及解決方法於工作日誌，以及其心得報告來獲得，如圖 9 及圖 10 所示。

本教學創新實踐研究計畫主要以問題及專題實作為導向之學習方法於微處理機課程教學，藉由專題實作進行過程當中，不斷的提出問題及解決問題的學習，強化學生實作之技能，最後完成一個微處理機實作成品，學生經由此訓練及學習過程當中可以充分了解一個專題實作其構思與發想設計與製作完成，必須經過之步驟以及動手做的重要性。經由本計畫有順序之規劃及執行，本教學創新實踐研究計畫，其預期工作項目與成果主要包括完成專題實作設計與製作以及期末報告(紙本及電子檔)。由於每件實作成品皆經過初期之主題構思與發想，軟硬體設計製作，以及最後階段之功能操作測試以及競賽及簡報。最後，學生學習的成果與學習回饋，則可經由專題競賽、展演、評審委員的講解以及期末報告書與 PPT 簡報書，觀摩其他各組專題的成果報告與展演來呈現，進一步提升自己的學習方法與能力，同時，幫助教師省思期教學方法，進而改進及提升其教學品質。因此，本教學創新實踐研究計畫執行完畢，其成果包括：

(1) 以二年級學生(約 120 人)為主要參與對象，以 3-5 人為一組(共 32 組)，如圖 12 所示，分組發想構思不同之實作專題。

(2) 各組皆能完成一個系統設計與製作之專題。

(3) 各組完成一個以微處理機為基礎之專題實作。

(4) 各組參與期末作品成果發表會及競賽，如圖 11 所示。

(5) 專題實作展示與競賽過程上傳 YouTube 網站。

https://www.youtube.com/watch?v=ldXXj-WYhvs

https://www.youtube.com/watch?v=d8EXDpxzNg4&t=611s

108學年度微處理機
期末專題展示暨發表會(I)

日期：108年6月29日 星期一　時間：8:50~12:00　地點：忠勤樓B01

時間	活動內容		專題名稱
8:50~9:00	師長致詞		
9:00~9:10	光電組	第二組	循跡自走車
9:10~9:20	光電組	第五組	十字路口
9:20~9:30	光電組	第八組	水庫
9:30~9:40	電波組	第二組	彈珠樓
9:40~9:50	能源組	第一組	自動點餐機
9:50~10:00	電波組	第七組	記數字遊戲機
10:00~10:10	能源組	第八組	戰車
10:10~10:20	能源組	第七組	遙控車
10:20~10:30	電波組	第九組	智慧電子秤
10:30~10:40	電波組	第八組	投籃機
10:40~10:50	能源組	第十二組	打地鼠機
10:50~11:00	電波組	第三組	火災警報器
11:00~11:10	光電組	第七組	感溫變速風扇
11:10~11:20	能源組	第九組	變數小綠人
11:20~11:30	能源組	第六組	倒車感測器
11:30~11:40	能源組	第十組	迷你電梯
11:40~11:50			

電機工程學系　　計算機控制實驗室

108學年度微處理機
期末專題展示暨發表會(II)

日期：108年6月29日 星期一　時間：8:50~12:00　地點：忠勤樓B03

時間	活動內容		專題名稱
8:50~9:00	師長致詞		
9:00~9:10	光電組	第四組	投食器
9:10~9:20	能源組	第五組	單機炫彩清清樂
9:20~9:30	光電組	第六組	冰箱
9:30~9:40	電波組	第六組	夾娃娃機
9:40~9:50	光電組	第三組	電磁砲
9:50~10:00	電波組	第一組	鱷魚咬咬機
10:00~10:10	能源組	第二組	四發噴射長程
10:10~10:20	電波組	第十組	智慧樓燈
10:20~10:30	電波組	第十一組	心跳感測器+偵測心跳律音
10:30~10:40	光電組	第一組	防盜系統
10:40~10:50	光電組	第九組	販賣機
10:50~11:00	能源組	第四組	電子琴
11:00~11:10	電波組	第四組	自動搖飲料機
11:10~11:20	電波組	第五組	考驗反應機
11:20~11:30	能源組	第三組	體溫門禁
11:30~11:40	能源組	第十一組	CHROME 小馬龍點矩陣顯示
11:40~11:50			

電機工程學系　　計算機控制實驗室

圖 12 期末競賽海報

二. 參考文獻(References)

[1]Mayer, Robert, "How engineers learn: a study of problem-based learning in the engineering classroom and implications for course design" (2013). Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University Digital Repository.

[2]姚奉緒，”專題導向式教學在高職計算機概論課程之應用－以基本視窗程式應用單元為例”，國立高雄師範大學，碩士論文，96 年。

[3]王致遠，”專題導向學習法應用於「單晶片控制」教學之行動研究”，國立雲林科技大學，碩士論文，2009。

[4]Schmidt, H. G., Loyens, S. M., Van Gog, T., & Paas, F. (2007). Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). Educational Psychologist, 42(2), 91-97.

[5]Hermon, J. P. “The efficacy of a CDIO based integrated curriculum as preparation for professional practice in product design and development,” International Conference on Engineering and Product Education, Sep 5-6 2013, Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland.