

**【附件三】 成果報告(系統端上傳 PDF 檔)**

**封面 Cover Page**

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1110054

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

**應用於高頻電路設計之 PBL 與 CDIO 創新教學模式**

**The Innovation Teaching Models using Project-Based-Learning (PBL) and  
Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) methods to applying the Course of  
Radio Frequency Circuit Design**

高頻電路設計/Radio Frequency Circuit Design

計畫主持人(Principal Investigator)：陳志強

協同主持人(Co-Principal Investigator)：沈昭元

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 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023 年 9 月 30 日

(應用於高頻電路設計之 PBL 與 CDIO 創新教學模式

/The Innovation Teaching Models using Project-Based-Learning (PBL) and  
Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) methods to applying the Course of  
Radio Frequency Circuit Design)

一. 本文 Content (3-15 頁)

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

本人從事教職工作近 17 年，主要教授射頻微波領域相關專業及基礎課程；在產研界亦有 13 年的工作經驗，主要著重在產品之設計研發、工程發展、生產製造及維護保養等相關領域，也執行過多年科研計畫、國防學術及產學合作計畫，對此方面有較多的產研界經驗，然而至大學任教後深深覺得大學專業學科的教學上有需要改善的地方，尤以專業實務經驗的提升為重，期降低學術界及產業界之間的學用落差。

就個人多年來在射頻微波教育現場觀察、體會的困難點，計有以下三點，茲分述如下：

- (一) 射頻微波的傳輸是一般肉眼看不見的，構成電磁波能量傳遞所觀察的不再是熟悉的電壓、電流信號，而是不易肉眼看見的電場、磁場信號，往往需要發揮很大的想像能力，才有一些學習的感覺！更何況是其延伸定義的各種阻抗—波阻抗(wave impedance)、特性阻抗(characteristic impedance)、輸入/輸出阻抗(input/output impedance)及電磁波應用/傳遞時，所發生的各種物理現象—如諧振/共振(resonance)、入射(incident)、反射(reflection)、折射(refraction)、穿透(transmission)、繞射(diffraction)及散射(scattering)等，這是同學們在相關專業學科學習上的**第一個困難點**。
- (二) 元件/電路/系統在高頻操作的情形下，往往極易發生高階的雜散共振現象、傳輸線理論的推導與應用、阻抗/導納史密斯圖的推導與應用、單/多埠網路的各種參數的推導與應用等等，往往需要搭配許多的高頻等效模型及數學方程式的推導及其進一步的延伸應用，往往耗費多時，學生們卻又不能夠確認是否推導正確，更遑論其正確地應用來解決問題，造成在所學專業知識邁向實務應用來解決工程問題上的難點，這是學習上的**第二個困難點**。
- (三) 單方向的課堂專業知識講授及重點板書演練等，往往讓學生落入枯燥乏味的學習；為了達到較高的成績表現，部分的同學對公式的學習僅侷限於記憶及解題，欠缺公式是可以活用且可以解決實務問題的思維；再加上不少比例的同學欠缺在平日對專業科目的複習，往往到了考試前才努力熬夜準備，造成學習知識積累向上的難點，這是學習上的**第三個困難點**。

面對上述同學們在專業科目學習上的困難點，本人乃結合 Project-Based-Learning (PBL)及 Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO)之創新工程教育模式，應用於射頻微波專業課程之教授(茲以”高頻電路設計”課程為例)，來改善上述問題，期增進學生學習興趣、提升教學品質及降低學用落差，是本計畫之研究動機與目的。

2. 文獻探討 (Literature Review)

現今有許多新型的教育理念，如構思-設計-實踐-操作(CDIO)工程教育、專案導向學習(PBL)、MAPS 教學法或是心流理論等方法，而多元整合的創新教育模式，則是最新發展趨勢，期以因應未來更加嚴峻、複雜的工作場域及問題挑戰。

其中 CDIO 係麻省理工學院及皇家工學院等學校於 2000 年共同推廣之工程教育人才培育模式，這種理念也成為近年來國際間工程教育領域中最成功的改革且具有相當大的影響力[1-14]。

其中專題導向式學習 PBL 就是以「專題」為概念來進行的一種團隊合作模式的學習方式。好的 PBL 計畫可以提升建立學生學習的興趣與熱情、提供有意義的學習與真實世界接軌、讓學生在真實世界中做沉浸式學習等優點，老師可給予部分學生指導，最後讓學生發揮並展示必要的技巧與知識，著重於在實務中演練的模式，以及提供自主學習場域的環境給予學生，相關學習的方式已成為世界各國教育改革的主流趨勢[15-19]。

透過這種多元整合的創新教育模式(CDIO+PBL)可以使學生清楚的掌握工程相關課程的知識，並能加以應用與實踐，藉此以提升學生學習的意願及學習成效，改善提升教學品質。[20-21]

另文獻[22]~[24]則是提到以 CDIO 工程教育模式實際進行課程規劃、系統建構、執行方法與成效。相關文獻之內容主題及與本計畫相關性比較，彙整如表 1 所示。

表 1 文獻比較

CDIO 模式介紹		
資訊	內容主題	與本計畫相關
[1]-[5]	介紹CDIO四大層面與12條標準	建立起CDIO模式觀念
[6]-[11]	將CDIO教育方式帶入教育中，並研究該成效	應用於工程教育中
[12]	分析利用CDIO所帶來之教學效果	可參考用來擬定本次之目標
[13]	探索適合中國環境下CDIO工程教育模式	探討環境對於CDIO之成效
[14]	利用CDIO的教育模式改革對工科計算機之探討	針對原有課程教學方式進行改革
專案導向學習 Project-Based Learning (PBL)介紹		
[15]-[19]	介紹專案導向學習的定義、特色、實施步驟、相關案例及研究心得等	建立起PBL專案導向學習的觀念及實施方式
結合 CDIO、PBL 多元教育模式		
[20]	介紹臺灣高等工程教育的主旋律	結合 CDIO 及 PBL 專題式導向學習
[21]	利用四種教學模式將課程模組化，用以培養創客人才	教學模組化，能將教育效果最大化
CDIO 執行方法與成效		
[22]-[24]	CDIO 工程教育模式建構與實施系統	採用系統化模式實施並實際應用於課程當中

### 3. 研究問題 (Research Question)

針對教學現場多年觀察發現了以下幾個問題：(1)專業課程教授的內容及方式往往受限於授課老師的專長領域及傳統講授習慣，學生學習興趣低落且實務應用上亦較局限，(2)以傳統講授及紙筆考試評量的方式，學生的學習成效及思惟、表達等能力將受限，(3)專業課程偏重知識傳授，而欠缺應用設計思考、動手實作及成果展示，以上諸多因素將導致學用落差，畢業後的學生在面對未來產業升級且更加嚴峻、複雜的工作場域將無法

勝任，亦無法成為產研界搶手的必要人才。

為了提升教學品質與成效需要的是師生之間的互動與討論，及了解學生是否對課程內容有充分的吸收，藉此達到教學的目的。大學生修課的學習態度、課程的吸收程度及其作業的表現等，都是影響學習成效的因素。舉例來說，多數的大學生大多選擇較輕鬆的科目以達成修習紀錄，而不是選擇自己有興趣或是所需要的課程，而這也導致學生出席率的降低、上課態度不佳等問題，因此學習的效果大打折扣。此外課程的難易度也因人而異，考慮到每個學生上課理解能力的不同，課程的設計與規劃也是難以決定的問題，而且課程的隨堂小考、期中期末考等測驗，學生無法完全的發揮也是影響其心理因素的重點，當成績越差學生的自信心也自然的降低。

根據以上問題研究所提觀點，為了達成計畫目標，乃採取以下四點教學策略：

- A. 設計調整與以往不同的專業科目的教學課程，使教學不再侷限於理論，也不再只是為了考試及測驗而學習，而是整合 **PBL** 及 **CDIO** 工程教育模式，透過問題讓學生自主發覺解決所需之工具，並充分了解課程內容的應用，以引起學生學習的興趣。
- B. 結合**期末專題(PBL)**，採分組的方式來學習，在課堂期間可以配合課程進度的章節共同交流與討論其學習心得，並鼓勵同儕間互相合作、討論，並幫助理解不懂的部分，並按照自己的步驟安排學習進度。
- C. 提供微波電路(例如：Agilent ADS<sup>TM</sup>)/電磁全波(例如：Ansoft HFSS<sup>TM</sup>)模擬分析專業軟體及實作量測**硬體資源**，使學生學習如何使用工程相關應用的工具，讓學生可以充分的理解專業課目修習的目的，並且讓學生了解業界當前所需要的最新專業技術。
- D. 透過老師學生課餘的交流，針對其學習或是生活提供幫助，並指導學生提升其專注力、自主學習能力及資料蒐集的能力，以**提升學生解決問題的信心與效率**。

#### 4. 研究設計與方法 (Research Methodology)

有關研究架構、問題、範圍、對象與場域、方法與工具、資料處理與分析、實施程序等重點整理如下：

##### A. 研究架構

如何引入 PBL 並結合 CDIO 工程教育模式，應用於高頻電路設計之專業進階課程中，以改善教學品質、提升學生學習成效及降低學用落差，以提升學生們未來面對更加嚴峻且複雜工作場域問題的思維、處理能力。

##### B. 研究問題

###### i. 課程架構問題：

檢討大學生在相關課程學習中的常見問題，討論因應之策略與學生學習之效率，並針對可能的因素加以分析，如：老師上課的方式、課程內容。

###### ii. 如何制定完整教學方案：

根據大學生意見調查中所提出的問題與意見加以分析，並研擬因應的行動方案。其中包含課程的難易度與教材是否合宜、課程目標是否明確、課堂教學與學生學習是否有足夠的回饋。同時透過分析出大學生目前常面臨之問題，並且將其詳細討論以及修正，以制定更優質的教學方案。透過每個學期的問卷評量與師生間的交流以獲得學生學習的意見。

###### iii. 如何結合 PBL 及 CDIO 新型教育理念：

根據課程的內容與進度，討論如何結合 PBL 與 CDIO 工程教育模式，以提升學生學習的意願及學習成效，改善提升教學品質。

###### iv. 檢討與改進：

計畫執行過程中，將與其他課程教師分享教學心得，並討論所遭遇之問題以找到解決對策，並進一步修正與微調此計畫。

### C. 研究範圍

選取高頻電路設計(大三下、選修課，3 學分)為導入此結合 PBL 及 CDIO 之創新工程教育模式之專業進階課程，研究範圍主要重點放在如何引入、推動次序、實施方式等。

### D. 研究對象與場域

研究對象則為修習本課程的大學部學生，場域則大多為一般教室(適時將借用適合進行 PBL+CDIO 練習演練的場所—電腦教室、創客或創意思考空間)。依以往開課經驗，選修本課程的學生，除了大三生外，亦有一定比率之大四生；除了電波工程領域外，亦有光電工程及電力工程領域的學生來修習，對此選修學生之年級別及專業領域別較多元的情況，其學習成效高低及教學品質改善情形，將特別讓老師們感到興趣。

### E. 研究方法與工具

本案擬採取行動研究的方法[25]來進行課程調整、觀察、評估、修正的改善迴圈，相關課程學習成效評估方式及評量工具分述如下：

- i. 保留傳統考試及作業做為評分的一部分，除了採計小考、作業及期中考成績，以做為理論基礎上學習效果之評估；另期末專題之考核則會經由期末專題成果發表之評分而定。此外，學生出席率、學習動機、上課專注度、課後複習狀況也是參考指標，而授課互動模式的了解，也會是一個參考指標之一。
- ii. 本教學實踐研究計畫預期將規劃**高頻電路設計**課程之評分量尺(Rubrics)，目的是藉由 Rubrics 供老師來為每組/每位學生作評分，在透過課堂表現與分組討論等互動授課後，經由 Rubrics 了解整體學生學習狀況。
- iii. 設計課程學習成效問卷調查以了解學習成效分析。

### F. 資料處理與分析

有關課程學習成效問卷調查，則採用逢甲大學 iLearning 2.0 (e 課程平台)之課程學習成效問卷調查的資料處理與分析統計結果；另有關 Rubrics 評分量尺之統計調查結果，係採用紙本(分組評分)及線上電子表單(個人評分)來執行資料處理與統計分析，針對填寫不完整或不用心等無效問卷將予以剔除、不予列計。

### G. 實施程序

#### i. 課程架構問題：

結合工具(軟硬體)之學習，以培養學生對相關工具運用之能力，透過實際參與期末專題之問題發掘、主題構思、設計發想、可能的解決方案及可行性評估等過程，並於課程結束後填寫課程問卷調查，以得到課堂回饋，並了解學生學習之成效與學生之學習態度是否可以接受這樣的上課方式。表 2 則為 111-2 學期**高頻電路設計**之課程規劃。

表 2 111 學年度**高頻電路設計**之課程規劃

科目	CDIO				PBL	ADS/HFSS 應用	課後 輔導	問卷 調查	師生交流與 討論
	構思	設計	實施	操作					
高頻 電路 設計	△	V	V	V	V	V	V	V	V
V = 可實行； △ = 視課程情況而定；									

- ii. 制定教學方案：
- 藉由整合 PBL 與 CDIO 工程教育模式於課程中，可讓學生了解工程進階理論和專業知識，同時透過主動、解決實際問題的概念，以團隊合作模式與運用科技工具(軟硬體)等創新的訓練，以培養工程師所具備之相關能力，說明如下：
- A. **構思(Conceive)**  
讓學生獨立思考解決工程相關問題所需使用之方法，以培養找到解決問題方法的能力。
  - B. **設計(Design) - 融入 PBL**  
學習如何利用工具解決問題，例如：思維及軟硬體等工具。
  - C. **實施(Implement) - 融入 PBL**  
透過相關工具，來設計分析並解決問題。
  - D. **操作(Operate) - 融入 PBL**  
藉由期末專題成果發表達成相互觀摩學習的效果。  
結合 PBL 及 CDIO 工程教育模式是未來工程教育改革的一種創新方法，共有三個目標—使學生能更快掌握工程專業課程的進階專業知識、有構思新產品的設計與運作的能力、能夠理解所設計出的產品對社會的重要性與未來性。依照這種方法希望培養出不僅是專業且具有設計應用思維之工程師，而且是透過專業知識的傳授與實踐理論知識的經驗，激發學生學習的熱情與動機。
- iii. 如何結合 PBL 及 CDIO 新型教育理念，除了透由老師之授課及經驗分享外，同學們亦須充分利用線上資源課程來自主學習及練習：有關 PBL、CDIO 及高頻電路設計軟硬體等工具，同學們在修習本課程時，皆可上網搜尋下載及研讀參考運用，可做為同學們課後自主學習的線上課程教學資料庫。將課程進度與提供的線上教學課程互相結合，並於課堂上提供學生發問、討論及交流的機會，藉此解決學生對結合 PBL、CDIO 及期末專題等課程內容之疑慮，也能提升整體學習的效果。
- iv. 檢討與改進：透過於課堂中建議、鼓勵學生參加與本課程相關的專題演講及 PBL、CDIO 等相關教育訓練課程，以充實學生的專業知識並吸取他人的經驗及幫助同學取得專業設計技能，促進教學卓越的發展。

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

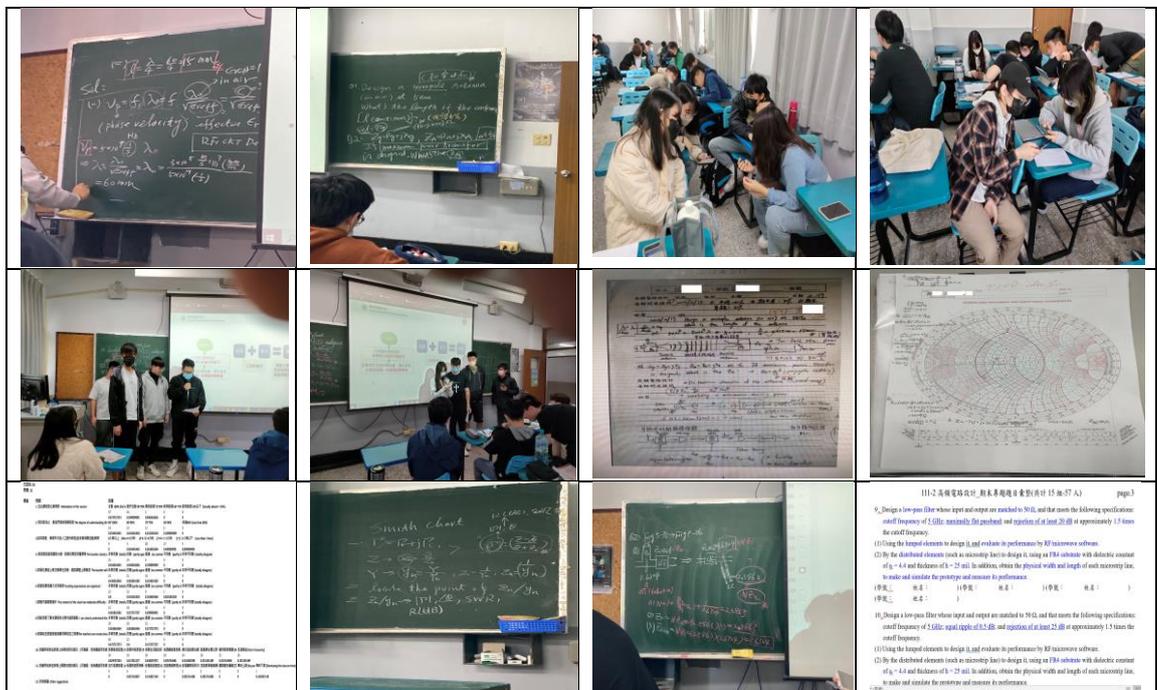
### (1) 教學過程與成果

有關教學方法、成績考核、各週課程進度分述如下：

- i. **教學方法**的部分，包含課堂講授、動手練習、小組研討、應用思考、專題研究、成果發表及口頭問答等；
- ii. **成績考核**部分，採多元評量方式，有學習單、作業/小考、期中考、期末專題、分組研討、成果發表等，平時成績(含出席率、學習單、作業/小考及上課表現等)佔 40%、期中考佔 30%、期末專題(含口頭及紙本發表)佔 30%，總計 100%；
- iii **各週課程進度**內容概述如下：
  - 第 1-2 週，對上課方式、評分規定及高頻電路設計課程做簡介，並分組以增加同學們上課學習、相互研討的機會。
  - 第 3-4 週，高頻電路設計概念、PBL 及 CDIO 工程教育模式初體驗，說明 PBL 及 CDIO 與高頻電路設計課程的關係，以增進同學們對課程內容的學習興趣及信心。
  - 第 5-8 週，講授射頻濾波器電路設計之相關專業知識。在這個階段將公布期末專題相關規定—佈達期末專題、電路規格需求、成果驗收方式及評分標準等，俾引導各專題分組的同學開始著手問題發掘、構思研究主題、電路設計思考、解決方案等作業。
  - 第 8-9 週，安排期中考，期了解同學們的學習狀況，並執行期中形成性教學評量。

- 第 10-13 週，講授阻抗匹配及偏壓網路之相關專業知識，簡介微波電路/電磁模擬分析軟體(ADS/HFSS)及實作(含量測)硬體工具資源，並以小作業的方式，引導學生開始著手學習相關軟硬體工具。
- 第 14-16 週，概述射頻電晶體放大器、振盪器及混波器(選項)，並引導專題分組的學生，針對期末專題之要求，運用所學的專業知識及軟硬體工具，來練習思維設計研討、動手練習實作及展示發表等，期協助同學們能夠更進一步地融入 PBL 專題導向沉浸式學習，並結合 CDIO 工程教育模式來完成期末專題的學習。
- 第 17-18 週，則規畫為期末專題成果發表、學習心得分享及執行相關評量(Rubrics 評分量尺)及問卷(課程學習成效問卷)，以驗收本計畫課程的執行成效。

相關教學過程佐證、評分量尺(Rubric-個人及各組)、教學成果及問卷調查等，分別如下圖 1、圖 2(a)~(b)及圖 3(a)~(d)所示。其中圖 1 由上而下、由左而右分別顯示教學過程相關佐證，含括搭配投影片/板書之口頭講授、分組研討、各組上台分享、學習單紀錄、隨堂練習/測驗、期中形成性教學評量、教學調整(板書工整、字體變大)、期末專題規格公布、期中考檢討紀錄表(反省及訂正)、典範作品展示(含焊接、簡報等)、繳交之期末專題簡報、成品、成果發表(含提問及評分)及合影等。其中圖 2(a) (第一列)顯示個人之評分量表，係依作業二(LPF 設計)結果來評分(平均~80 分)，而圖 2(b) (第二列)則顯示各組之評分量尺及統計評分結果，係依據期末成果發表狀況(五項、三等級)來評分，平均值 85 分，非常接近全班學期總平均值(85.98 分)。圖 3(a) (左上圖)為本課程之”總結性評量”平均值 4.29 (85.8 分)，圖 3(b) (右上圖)及圖 3(c) (左下圖)分別為本課程之”課程調查意見結果 1(18 項)”及”課程調查意見結果 2(優缺點)”，最後，圖 3(d) (右下圖)分別為本課程(111-2\_高頻電路設計)”學生課程學習回饋表”課程目標(1.具有基本的知識來描述不同系統架構之功能、電路方塊圖及其優/缺點；2.在特定電路規格下，具有應用的能力去設計一個合理的高頻電路，共 2 項)，其平均值皆為 4.55 (91 分)，具有相當不錯地教學成效。



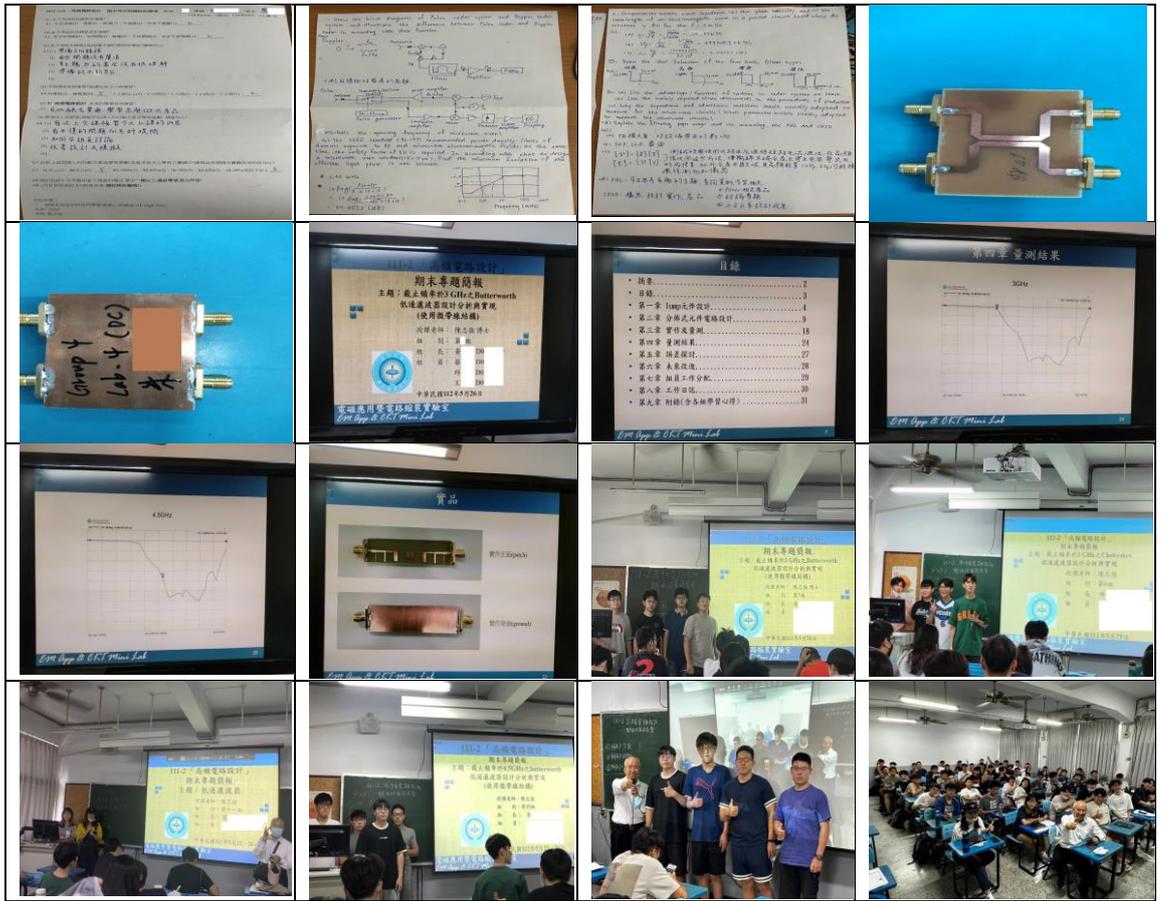


圖 1 教學過程佐證

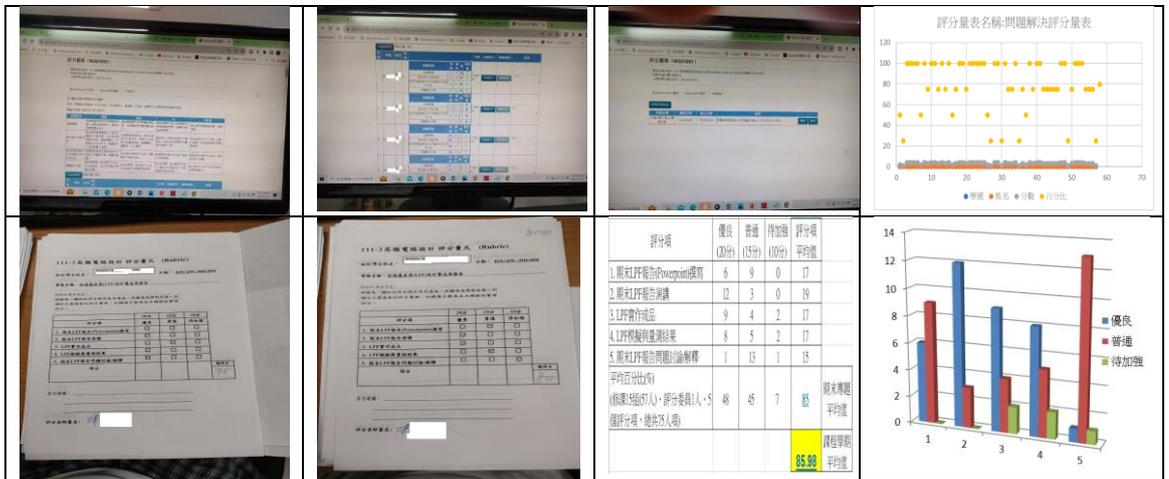
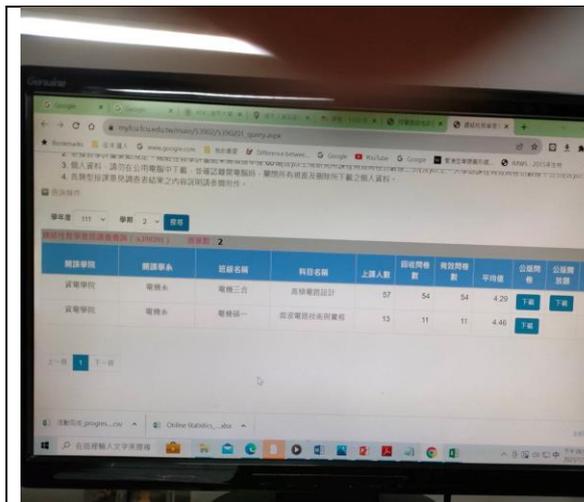


圖 2 評分量尺(Rubric)\_ (a)個人(第一列)及(b)各組(第二列)



**逢甲大學111學年度 第2學期  
一般科目課程意見調查結果(非開放題部分)**

單位	資訊學院 電機系	教師姓名	陳志強	科目名稱	高頻電路設計
班級名稱	電機二合	課程代號	1556		
修課人數	57	回收份數	54(94.74%)	有效份數	54(100%)

19. 我覺得老師在教學上做得很好的項目：(可複選，若無建議可免填)

項次	次數
(8). 充滿熱忱	32
(7). 善用教學媒體	29
(6). 鼓勵學生獨立思考	22
(5). 樂於協助學生解決學習問題	26
(4). 依課綱進度教學	24
(3). 與學生互動良好	24
(2). 教學內容清楚	19
(1). 教學態度認真	26

20. 我覺得老師在教學上需要加強的項目：(可複選，若無建議可免填)

項次	次數
(9). 準時下課	0
(8). 準時上課	0
(7). 講課避免偏離主題	1
(6). 教學有組織規劃	3
(5). 放慢講解影片速度	2
(4). 加強情緒管理	0
(3). 改善希望更清晰	5
(2). 放慢說話速度	0
(1). 加大授課音量	0

供教學參考  
依據教學評量要點規定，應依據教學評量結果結構表達達 60%(含)以上及研究問課程發展問卷有效份數達三份(含)以上，大學部課程有效問卷份數達十五份(含)以上，依各課程發展問卷有效問卷 10%者，由教務長具名呈送教務處，以表對該課程教學貢獻。

**逢甲大學111學年度 第2學期  
一般科目課程意見調查結果(非開放題部分)**

單位	資訊學院 電機系	教師姓名	陳志強	科目名稱	高頻電路設計
課程代號	1556				
修課人數	57	回收份數	54(94.74%)	有效份數	54(100%)
1. 依各這份問卷時，我認真地思考每一問題	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
2. 這學期中，我在本科目的課程(含講義及備課)	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
3. 總努力，我對本科科目學習結果的滿意度	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
4. 本科目的教材內容適中	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
5. 本科目上課內容符合教學目標	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
6. 教師教學準備充份	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
7. 教師關心學生對本科目的學習情形	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
8. 教師會根據本科目的教學目標、進度、方法及成效來評量學習成效	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
9. 教師的表現與期望達成度有落差	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
10. 教師的教學方法靈活調整，有助於提升學習成效	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
11. 教師能作業與狀態的結果回饋給學生，有助於學生學習	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
12. 本科目的成績考評客觀公正	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
13. 本科目的考評方式與配分比例能評量出我的學習成效	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
14. 語言溝通，或簡易語言這位教師所教授的其知識	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
15. 本科目的授課教師是教的好的老師	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
16. 整體而言，我在本科目的收穫豐富(如專業知識、技能、態度或價值觀等方面)	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
17. 我承認這份問卷的結果會影響我在本科目的學習成效	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)
18. 明確本科目的教學目標	3. 很同意 (44.79%)	4. 同意 (37.78%)	3. 普通 (12.59%)	2. 不同意 (3.70%)	1. 很不同意 (0%)

**學生課程學習回饋表 (W360207)**

語系(language):  (zh\_tw)  (en)

說明

1. 本結果統計後，回饋任課教師及開課單位，作為課程品質持續改善的依據。

課程名稱(班級): 1112-高頻電路設計RADIO FREQUENCY CIRCUIT DESIGN(電機二合)[1556]  
 修習別(學分數): 進修(3)  
 上課時間/地點/老師: (一)06 (五)01-02 陳志強

**自我檢視課程目標達成情形**

課程目標	分析結果					填答人數	平均數
	5	4	3	2	1		
具有基本的知識來描述不同系統架構之功能、電路方塊圖及其優缺點。	32	18	3	0	0	53	4.55
在特定電路規格下，具有應用的能力去設計一個合理的高頻電路。	31	20	2	0	0	53	4.55

圖 3 教學成果及問卷調查結果

(2) 教師教學反思

教師教學反思&心得整理彙整共六項，分別說明如下：

1. 非電波組/電波組: 沒有修習過其專業基礎課程，如"電磁波"(必選修)及"高頻電路概論"(必選修/選修)，約佔總修課人數的 1/3~1/2，如何教學？

=> 先花費約四週時間，教授其電磁波及射頻(微波)元件/電路/系統之專業基礎重要關鍵的知識及技能，奠定加深學習專業進階課程的先備知識。

2. 現今同學們的學習習慣(沒有複習或回家練習)、專注時間較短(約 10~15 分鐘)、容易分心或打瞌睡，如何改善及提高其專注力？

=> 1) 每次上課後，花 5~10 分鐘複習上週講授的重點，甚至舉行一次隨堂考，考上週要他們回家練習的作業(HW)；

2) 課堂撰寫學習單、整理上課重點，適時地要他們上傳整理的學習單資料；

3) 適時地舉辦隨堂練習/考試，紀錄於學習單上，之後隨即檢討，並請其他同學即時批

改及署名。

3.現今同學們的學習習慣-沒有複習或回家練習，佔絕大部分，只有極少數 3~5 人比較  
用功且敢勇敢表達，其他同學雖一直勸導、勉勵，但都沒有改善，如何教導他們呢?

=>期中考試是他們學習習慣轉化的關鍵，通常這類同學的成績表現也是不理想(近 20%  
不及格)，發下"期中檢討紀錄表"讓他們自我反省、檢討原因、發願及訂定改善方  
案、嘗試努力實踐及錯誤訂正等。

4.除了上課、請益及下課休息的時間外，師生溝通、交流討論較不容易，該如何改善之!

=>除了學校的課程 iLearn(公告、郵件)系統外，另建立該課程 LINE 群組(也邀請"助教"  
加入)，加強師生溝通、交流討論的時效性，有需要還可開啟 Teams 線上直接"一對一  
/一對多"的輔導，特別是期末專題的部分，深具快速、方便及時效性。

5.依課程規畫進行授課及相關活動，但不知道教學效果如何?有些同學在課堂或課後都  
不太敢表達有關教師教學授課的意見?如何了解適時調整改善呢?

=>學校在開學一個月後、期中考前(約第 4~8 週間)，會舉行期中形成性教學評量(不具名  
的)，讓學生有機會反映問題，讓老師瞭解學生學習狀況，適時地調整教學方式、內  
容及策略，藉以提升學習成效及教學品質。

6.透由本人多年來的觀察，我們的學生(電機工程領域學子)大多偏重於理性思考，給人  
一種冰冰冷冷的感覺，在感性思維及溝通表達方面則較薄弱及欠缺，這將不利於未  
來跨領域人才培育及整合--強調團隊合作及具備服務利他等特質，這問題要如何改善  
呢?

=>透由期末專題"分組"、"成果發表"及"學習心得分享"等，製造許多(知識與情感)互動交  
流、溝通表達的機會(師-生、生-生、生-師)，關鍵由老師先學習(觀功念恩、代人著  
想)、實踐於課堂中(身教)，並適時地於課堂中帶頭展演，再引導學生(各組組長)來練  
習，在"期末成果發表"結束後的"學習心得分享會"，全班師生感受到一種充滿溫暖喜  
悅的感覺，就如照片中所顯示的!!!

### (3) 學生學習回饋

針對先前有修習專業基礎課程(電磁波及高頻電路概論)及無修習者的學生，在  
接受本計畫課程教授一學期後，其學習心得回饋(\*1-2:"有", \*3-4:"無")，分享如  
下：

\*1-2 :

## 第九章 研究心得

- D [ ] 黃 [ ] 座號: [ ]
- 在這學期的高頻電路設計中我學到了很多東西。在學期初老師先複習了上學期高頻電路概論的東西，先複習上學期的東西我覺得是很重要的，因為高頻電路概論這堂課教了我們很多有關射頻的基礎知識，像是反射係數、隔離度、S參數、傳輸線原理等，這些知識對高頻設計來說非常重要。因為太久沒有複習高頻電路的東西，導致我有點遺忘，幸好老師有事先進行複習，讓我重新找回記憶。
- 複習完上學期的課程後，終於進入到本學期的重點設計濾波器。我們這組的規格為截止頻率為3GHz的低通濾波器。在設計的過程中我們學會了如何計算lump元件的值。接著了解如何用黑田規則去計算出微帶濾波器的阻抗。除了知道怎麼計算濾波器的阻抗之外，我們還學會了如何使用ADS模擬軟體去驗證自己算的結果是否正確。因為之前都沒有使用過ADS，所以在模擬的過程中遇到很大的阻礙，但這也讓我了解到遇到不會的東西就要自己去學習並克服困難，這樣才能真正學習到東西。ADS除了可以驗證數據之外，還能用來設計微帶濾波器的長寬。知道長寬之後就可以使用HFSS去模擬實品的樣子並進行微調，最後就可以實作了。這堂課除了要了解如何設計濾波器之外，另一個很重要的部分是實作，能將模擬的東西實作出來才是最重要。在實作的過程中我認為最重要的部分是焊接，如果沒有焊接好可能導致量測結果是錯誤。
- 雖然製作這隻濾波器花了我們很多時間，但最後我們實做的成品是成功的我就覺得很值得。從這堂課中我學習到了很多東西，我相信至今所學的東西在未來不管是在研究所甚至是業界都會需要用到。

31

- D [ ] 邱 [ ] 座號: [ ]
- 這學期的高頻電路設計課程，在期末我與組員要做出一個濾波器，一開始我們還不知道怎麼做出一個完整的濾波器，但經過老師整學期上課與知道引導，跟同學的互相討論、查找資料後，我們也開始有方向，並完成了一個符合專題题目的濾波器。
- 經過這學期的學習，我覺得以往的課程不太一樣，不再是老師教授知識，然後我們讀書，而是以專題式的學習，讓我們在學習的途中有一個目標、方向，去始我們更有目的性的去學習自己所需的技能。我認為知識是無窮無盡的，本次的專題式學習就像一網篩子，幫我們過濾出我們最需要的知識與技能，成為了學海中的燈塔，引導我們學習。也使我們在實作時留下更深刻的印象。
- 雖然在製作濾波器的途中，總會遇到困難，例如顯影不足或者是不知道如何設計轉換元件，但就是在過程遇到了困難，才能促使我們的相互討論學習或者是到網路、圖書館查找相關的書籍與知識，這過程讓我們學習到更豐富的知識。實驗中，我們發現不能完全依照理論，因為理論是完美地，實作總會有誤差，而是以理論為基礎，在實作時盡量減少誤差發生的原因而做調整，盡量接近理論，在實作與理論間取得一個平衡。雖然完成路上有許多阻礙，但我們也克服了種種困難完成了我們的專題。
- 最後經過這次的專題，我認為也能在畢業專題發揮不小的效果，其中學到如何找到自己的專題的問題與如何去解決問題，才是我認為學到最重要的事情，這次專題從查找資料與同學討論到完成一個優秀的目標，我覺得這是以往課程沒辦法帶給我的，我認為為此課程增加了我更多研究與學習的方向和方法，使我在本學期課程受益良多。

32

\*3-4 :

## 附錄(心得)

第 組 蘇 D

- 在整個學期的學習過程中，我在高頻電路設計這門課學到了非常多的東西，在期末專題的製作當中也漸漸摸索到一些設計電路的訣竅和方法，一開始雖然什麼都不懂，甚至連模擬軟體都是第一次使用，但為了能講成品實際製作出來，我也努力的去學習如何使用它們，並且最後也成功的將濾波器做出來了，雖然在這個過程中也曾經歷過許多挫折，例如將電感電容轉換成開路傳輸線的部分我就處理了好久，但也因為一直反覆計算的緣故，使得我對於轉換的過程越來越熟練，不僅如此，在不得不將東西生出來的壓迫感之下也迫使我努力的自學，也認真的像學長請教了我不懂的地方，在這個專題的製作過程中我可以說是從零開始學起，也因此完成實品之後，我相當有成就感！除去專題的製作，在課程中我也學到了相當豐富的理論和知識，對於曾經學過的部分內容也在課堂中得到了更充分的理解，尤其是史密斯圖的應用讓我受益良多，在此之前我還不知道史密斯圖可以用來做這麼多事，這門課也讓我了解到了它的重要性及便利性！如今課程已經進入尾聲，我認為高頻電路設計這門選修課程是十分值得修習的一門課程！每週的課程內容緊湊且充實，在加上期末專題的設計與製作，雖然稍顯繁忙了一些，但卻相當充實！回頭一看十八週即將過去，而我也在課程當中收穫了許多實用的知識，感謝老師的指導。

*EM App & CKT Mini Lab* 23

## 附錄(心得)

第 組 廖 D

透過本次的專題實作，讓我更加熟悉關於HFSS模擬、ADS模擬的軟體操作，以及將成品實作出來。在課堂上老師透過CDIO/PBL專案式學習引導我們慢慢思考，實際動手操作。一開始先介紹雷達的種類及其各別的功能，後面再循序介紹關於天線最重要的部分，濾波器。濾波器其實從之前的電子學就有點概念，但是都只是紙上談兵，沒有實際操作過。這次有機會可以透過期末專題呈現，來更了解整個完整的戲架構設計與操作，讓我受益良多。

- 其中最讓我搞不懂的是轉換元件的部分，雖然沒有什麼要背的公式，但要了解其中的意義轉換起來才不會有太大問題。像我們這次就遇到轉換過程雖然沒有錯誤，但是模擬出來的結果仍然是不正確的。不太清楚是一開始在設計集總式元件就出問題還是轉換的過程漏了一小步驟，我們只好將階數改成7階，改成之後再轉換之後較沒有太大問題。
- 最後剩下實作的部分，在進行蝕刻的時候，因為原本設計的電路線太細，所以它斷掉了，只好將銅線焊接上去連接電路，也導致實測的結果會有誤差。<sup>3</sup>
- 這次選修高頻電路設計是一堂蠻有趣的課程，老師會不斷地鼓勵學生思考、創新和表達。老師也跳脫了以前教書考試的方法，透過學生親自操作整個專題的流程，讓學生可以更有系統式的思考，也能大致理解整個專題報告的架構，對我來說是一個很好的學習體驗，也謝謝老師這麼辛苦的指導。希望在之後的專題上能活用這個學期所學的知識與技能，呈現最好的畢業專題。

*EM App & CKT Mini Lab* 24

經審閱學生們分享的學習心得，顯示出無論有、無修習其專業基礎課程(電磁波及高頻電路概論)，在接受本計畫(結合 CDIO 及 PBL 之創新教學模式)規劃之”高頻電路設計”課程及教學活動等內容，都確實引發了同學們的學習興趣、提升了學習成效，並透過所學專業知識來設計特定規格的產品(低通濾波器)、運用最新的微波電路&電磁全波專業軟體(ADS & HFSS)模擬分析、完成最後的實作、量測驗證及成果報告展示，在過程中建立了問題解決能力、產品開發實務能力、團隊合作所需的溝通表達能力及終身學習所需的自學能力等，提升了教學品質且降低了學用落差，圓滿達成了本計畫的目標。

## 6. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

- (1)有關專業課程的微波&電磁專業軟體(ADS & HFSS)相當昂貴，即使每套租用費也需十多萬元且有使用人數的限制，在計畫經費有限(無法補助)且無法取得授權使用的情形下，將導致計畫執行的效果不佳，建議後續能夠提供計畫經費補助或協助提供相關微波&電磁專業軟體教學支援的免費連結。
- (2)非常感謝教育部(教學實踐研究計畫)、逢甲大學(教發中心等)及所有修課同學，由於你們的協助與參與，才能夠讓本計畫及相關課程能夠順利圓滿地完成，並達到預期的目標及成果。

## 二、 參考文獻 (References)

- [1] 劉維燎, CDIO 工程教育模式, MBA 智庫百科。https://wiki.mbalib.com/zh-tw/CDIO%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E6%95%99%E8%82%B2%E6%A8%A1%E5%BC%8F
- [2] Conceive — Design — Implement — Operate, CDIO (構思、設計、實現、和營運(服務系統))。http://mhsung.idv.fcu.edu.tw/Research/CDIO/CDIO\_index.htm
- [3] 劉榮佩, 史慶南, 陳揚建, 王奇。CDIO 工程教育模式。中國冶金教育, 2011 年第五期。
- [4] 王碩旺, 洪成文。CDIO：美國麻省理工學院工程教育的經典模式——基於對 CDIO 課程大綱的解讀。理工高教研究, 2009 年 8 月第 28 卷第 4 期。
- [5] 王剛。CDIO 工程教育模式的解讀與思考。中國高教研究, 2009 年第 5 期。
- [6] 李靜儀、吳俊哲、王柏婷, Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) 理念對臺灣工程教育的啟發, 臺灣教育評論月刊, 2016, 5 (2), 頁 101-104。
- [7] 朱向慶, 胡均萬, 曾輝, 陳宏華。CDIO 工程教育模式的微型項目驅動教學法研究。實驗技術與管理。2012 年 11 月第 11 期第 29 卷。
- [8] 查建中。面相經濟全球化的工程教育改革戰略——兼談 CDIO 工程教育模式實施。計算機教育。2010 年 6 月第 11 期。
- [9] 劉賓, 鄧月明, 張連明。CDIO 工程教育模式下的網路安全課程教學改革探索。西南師範大學學報。2014 年 1 月第 1 期第 39 卷。

- [10] 陳潔。CDIO 工程教育模式在高職軟件專業中的實踐。計算機教育。2010 年 6 月第 11 期。
- [11] 左遠志，蔣潤花，楊小平。以創新設計為導向的 CDIO 工程教育培養模式。東莞理工學院學報。2010 年 6 月第三期第 17 卷。
- [12] 韓雁，馮興杰，梁志星，張婧。CDIO 工程教育模式下的教學效果分析。中國民航大學學報。2012 年 8 月第 4 期第 30 卷。
- [13] 劉惠英，蓋玉先，徐寧。探索適合我國國情的 CDIO 工程教育模式。實驗室研究與探索。2011 年第 7 期。
- [14] 楊祥，魏華，劉海波。基於 CDIO 工程教育模式的工科計算機教育改革探討。通化師範學院學報。2009 年 10 月。
- [15] 做中學與學中做！專題導向學習  
<http://distance.shu.edu.tw/TLez/ez07.htm>
- [16] Solomon, G. (2003), Project-Based Learning: a Primer, Technology and Learning 23(6), 20-27.
- [17] 莊琬玲(2004)，思考風格對大學生進行專題導向學習之態度與學習成就的影響，嘉義大學教育科技研究所碩士論文。
- [18] 翟本瑞、陳淑慧(2014)，那些年學生教我的事：逢甲通識中心的專題製作課程，臺中市：逢甲大學通識教育中心。
- [19] 陳淑慧(2018)，專案導向學習(PBL；Project-Based Learning)，125-132 頁：透視教學現場的魔法新創意，臺中市：逢甲大學通識教育中心。
- [20] 李靜儀，以國際工程教育發展建構臺灣高等工程教育的主旋律，臺灣教育評論月刊，2017，6（2），頁 16-20。
- [21] 戴沛吟，整合 CDIO 專案導向學習的創客育成法之策略與實踐，逢甲大學創意設計碩士學位學程，2017 年。
- [22] Xu Bing,Sun Haiquan;Construction and Practice of T-CDIO Course System[J];Research in Higher Education of Engineering;2009-02
- [23] Technology,Lianyungang 222001,China);The practice of fundamental teaching reform on geodesy based on CDIO[J];Science of Surveying and Mapping;2009-06
- [24] Xu Bing,Sun Haiquan;Practice and Exploration of CDIO Engineering Education Model in Manufacturing Specialty of High Vocational Education[J];Research in Higher Education of Engineering;2010-01
- [25] 國家教育研究院，行動研究。  
<http://terms.naer.edu.tw/detail/1305304/>

### 三、附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

無。