

【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

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1100879

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2021/08/01 ~ 2022/07/31

以專題導向式學習強化學生工程專業整合能力

(配合課程名稱/Course Name:控制實驗(一))

計畫主持人(Principal Investigator)：黃振鴻

共同主持人(Co-Principal Investigator)：方俊

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

逢甲大學航太與系統工程學系

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)：2022.09.20

以專題導向式學習強化學生工程專業整合能力

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

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

近年來，由於自動化機械、大數據與人工智慧等數位化的快速發展，工程專業領域知能之具備已成為當代工程專業教育重要的一環。然而大學工程專業教育長久以來著重理論而缺乏實務演練之學習方式，造成學生無法有效整合所學之工程專業知能以運用於實務應用的現象，導致工程專業教學與實務技能間的學用落差，成為工程專業教育上急欲解決的課題。因此，如何克服上述問題，使學生所學能整合所學達有效學習，不僅是創新教學方式實踐的重點，也是本教學計畫的主要動機之一。

而隨著電腦科技的快速發展，工程專業教育除了專業學理知識學習之外，如能透過程式軟體與相關硬體之整合學習，更能有效的統合所學專業學理知識，並將其轉化為產品開發時所需具備實務技能，而就航太與系統工程學系之教學而言，諸多電腦程式語言相關的商用軟體，提供了相當完善的電腦輔助學習工具，對於教師教學與學生於現代化電腦輔助設計軟體應用能力的培育極有助益。然而，在以往皆以老師講授而學生聽講的單向式教學模式，並透過大量作業計算演練與考試以評量學生的學習成效，然而現階段課程學習活動的操作方式，對於工程專業知識間之整合與實務應用上的鏈結性不足，忽略了學生從「做中學、學中覺」以統合專業學理知識的學習效益，也導致學生無法實際體驗工程專業理論於實際應用上的整合關聯性與重要性，使得學生處於被動接受知識的角色，在缺乏雙向交流互動與刻板式的學習模式下，學生不僅學習動機低落，更無法將理論與實務結合，培養其務實致用能力，而此種種負面的學習現象，一直以來都是各級教學單努力嘗試改變與翻轉的課題，因此在提升學生於工程專業知能的學習動機、學習成效之餘，如何有效達成「理論與實務結合，培養學生務實致用能力」，使其成為一位具有實務論證能力的科技工程師，則是本教學計畫的目標。

2. 文獻探討(Literature Review)

逢甲大學自 2003 年起，引入成果導向教育(Outcome-Based Education, OBE)，以學生學習成效為主體，實施「成果導向、持續改善之雙迴圈課程規劃及管理機制」。成果導向教育認為，重要的不是學生修了什麼課，而是當學生離開學校後，具備什麼樣的能力才是最重要的。而專題導向式學習(Project-Based Learning, PBL)乃是以學習者為中心的學習方式，以真實的開放性問題，給予學生自主思考舉凡從資料收集、策略擬定、設計規劃、問題解決等相關的工作，最後完成真實的產品的製作發表[1-2]。而對於大部分主修工程學科的學生而言，除了專業知識素養的學習，亦須具備電腦程式語言的基本能力，才能應用數值方法有效整合所學專業知識以解決實際工程問題，因而於工程專業知能汲取之餘，相關電腦程式語言能力的培養與具備，也已經成為工程專業教育的重要基礎[3]。A. Behrens[4]等學者的研究顯示，藉由專題的製作使學生能及早接觸實際工程問題，除能訓練學生應用電腦程式語言解決問題的能力，亦能有效整合所學之工程專業知識。此外，透過專題實作的學習方式，能提高學生學習成效，改善以往因教學時程限制無法讓學生實際動手進行軟硬體整合之訓練，所導致不知如何應用於實際問題解決的障礙[5-7]。K. Zenger 指出以傳統課堂講授方式教授自動控制工程理論，屬於被動式的學習方式，對學生而言並非最好的學習方式，反觀由「做中學(Learning by Doing)」的專題導向式學習方式對於學生而言似乎是一種較好的學習方式[8]。R. Wang 等學者指出自動控制工程課堂中幾近 90%的時間著重於基礎理論講解與公式推導，而僅有的少數實驗課程安排，並無法使學生對於實際的控制系統有深切的認知，導致學生無法有效的鏈結自動控制工程理論於實務上的應用[9]。Y. Mao

等學者的研究中發現，有別於傳統課堂講授的方式，運用專題導向式學習方式於自動控制工程理論教學過程中，不僅提升學生對於自動控制工程理論學習的熱情也能強化其學習責任，而學生更從完成專題製作的過程中，整合不同專業領域所學習到的知識與技能，有效培育其獨立思考與解決實務問題的能力[10]。

目前已有許多學校使用 MATLAB 作為電腦程式語言課程的學習入門，相較於其他高階程式語言，MATLAB 提供簡便的互動式使用者環境，而其所具備之圖形視覺化功能與眾多學領域工具箱函式(Toolbox)，使學生能於較短的時間學習程式的思維架構，並運用其處理複雜的模擬運算。例如，Ayasun 等學者藉由 MATLAB 建構感應馬達電腦模擬分析模型，透過圖形化的電腦模擬顯示與實際測試結果的比較方式，使學生更易了解感應馬達作用原理以及理論與實務間的差異[11]。Ibrahim 等學者指出，在無昂貴的儀器設備使用下，運用 MATLAB 的模擬分析以及圖形化的顯示結果，亦可有效的協助學生進行電路實驗結果的分析[12]。此外，近年來 Arduino 開發板的興起，其簡單易學、價格低廉以及學生於課堂之餘亦可以操作學習的特性，非常適合導入課程作為專題製作的工具[13-17]。本研究計畫將藉由馬達作動原理、馬達數學模型、驅動方式、比例控制器(Proportional controller)、微分控制器(Derivative controller)、積分控制器(Derivative controller)之應用教學闡釋、MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板的整合教材製作與教學，導引學生進行馬達控制之實務專題製作，冀藉此馬達控制實務專題的製作使學生能有機會整合應用大一「計算機程式語言」、大二「電子電路學」與「線性控制系統(一)」所學，由「做中學、學中覺」統整知識與實作的深度學習，體驗與明瞭工程專業理論間之整合關聯性以及實際運作方式，藉以提升學生於工程專業理論之學習動機、學習成效與應用成果，實踐「理論與實務結合，培養學生務實致用能力」之目標。

3. 本研究計畫之研究問題(Research Question)

工程教育除了專業學理知識學習之外，更需透過軟硬體整合學習，才能有效的統合所學之專業學理知識，並將其轉化為產品開發時所需具備的實務技能。因此，探討專題導向式學習(Project-Based Learning, PBL)模式應用於專業課程學理學習，對於實踐「理論與實務結合，培養學生務實致用能力」目標之可行性，為本研究計畫之研究問題。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

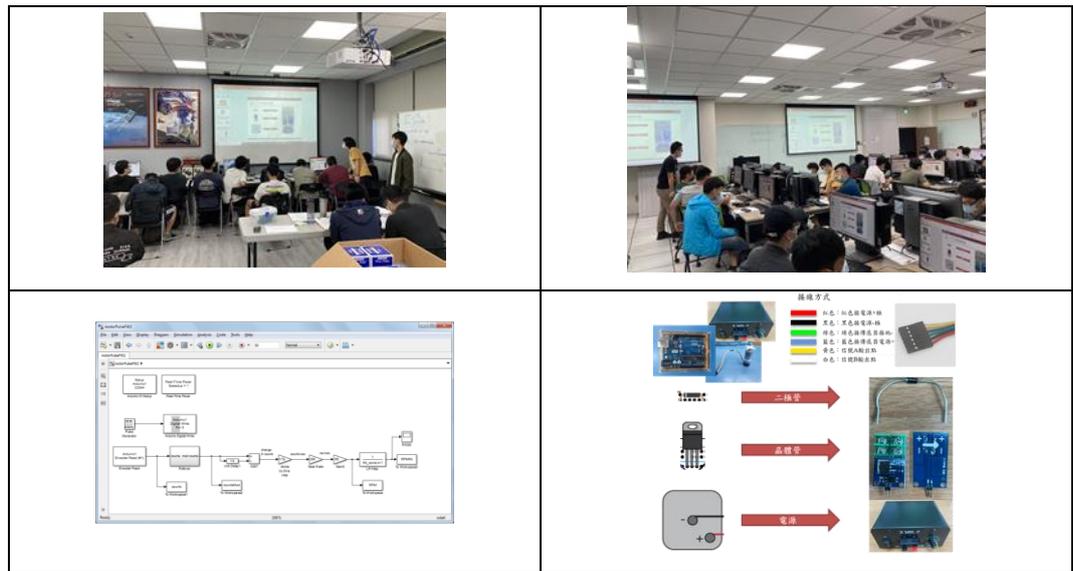
本研究計畫將於大三「控制實驗(一)」課程中，融入專題導向式學習 (Project-Based Learning, PBL)導引學生進行馬達控制實務專題製作，冀藉此馬達控制實務專題的製作使學生能有機會整合大一「計算機程式語言」、大二「電子電路學」與「線性控制系統(一)」所學，進行統整知識與實作應用的深度學習，以實踐「理論與實務結合，培養學生務實致用能力」之目標。

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

(1) 教學過程與成果

- 實施對象: 大三學生 127 人
- 課程助教: 碩一(2)/碩二(3) 合計 5 人
- 實施方式: 分組實施，每組 10~12 人分別由課程助教輔助學習
- 實施過程:
 - 本人帶領助教進行經資料蒐集、可行性驗證測試與修正調整，最終以 University of Michigan-Control Tutorials for MATLAB and Simulink [18]規劃進行馬達控制實務專題之製作。

- MATLAB SIMULINK for Arduino、電子元件等教材內容編撰以及教學(如圖一所示)，增進學生專題製作時之專業知能，並由助教帶領專題製作與驗證，達成本研究計畫之實踐。



圖一、MATLAB SIMULINK for Arduino、電子元件講義編撰與教學

- 各組團隊完成專題製作與驗證，並於期末進行成果展示與報告(如圖二所示)。





圖二、各組專題製作成果展示與報告

(2) 教師教學反思

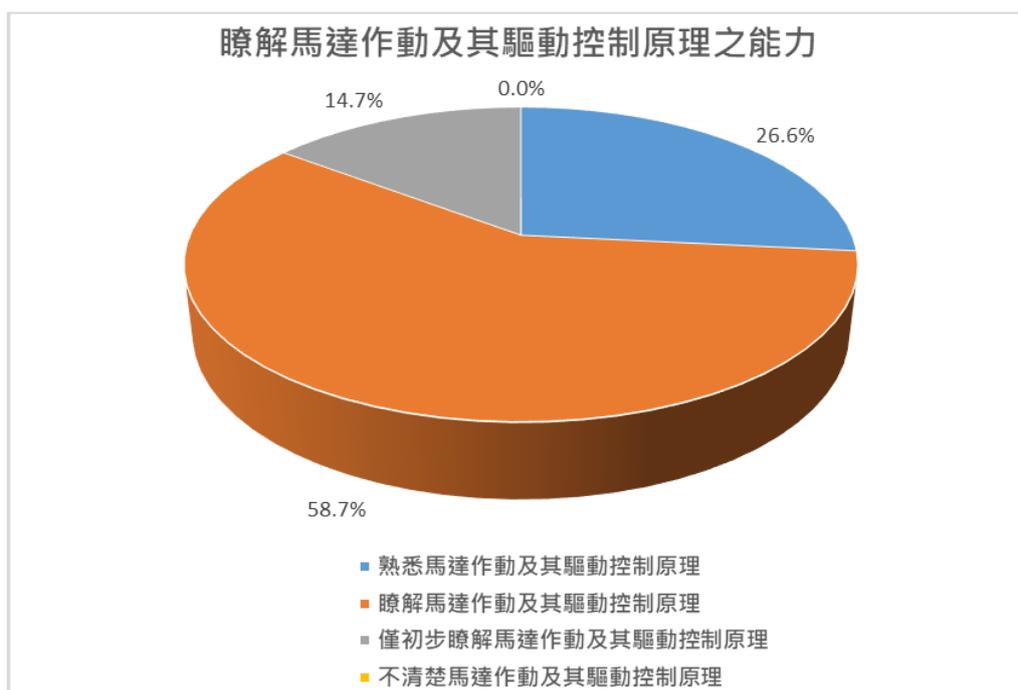
相較以往以商業套件 NI ELVIS 實驗平台進行控制理論之操作與驗證的實驗課程教學內容，此次藉由增加馬達控制實務專題的製作與驗證，透過 MATLAB Simulink for Arduino、Arduino 硬體開發板、馬達以及相關電子元件，以軟硬體整合製作的方式加深課堂上所學專業知能的認知，同時亦能激發學生自我學習的動機與動力。而於檢視整體計畫執行過程後，如下議題可作為日後持續改善的方向：

- ✓ 如同前一期計畫執行所獲得之經驗一般，若要創造一個師生共學的教學實踐場域，除學生積極參與度之外，課程助教扮演極為關鍵的角色，因而為使師生共學教學實踐場域的建構達事半功倍之效，需進一步思索如何更有效率的進行課程助教之培訓。
- ✓ 實務專題製作內容涵蓋專業知能、電腦程式語言以及軟硬體之整合應用，相較於商業套件實驗平台實驗每一主題規劃執行之時間較長，對於學生組別須利用額外課餘時間聚集進行專題製作與驗證，則需進一步思索學生組別於課餘時間進行專題製作與驗證遭遇困難時，如何能獲得即時的協助，以更有效率的完成專題製作。

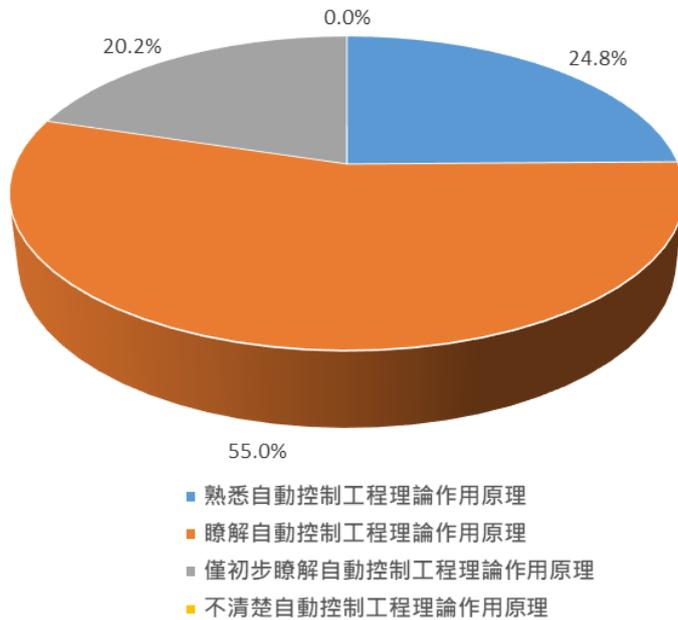
(3) 學生學習回饋

針對學生學習回饋之 Rubrics 評量調查（圖三）、課程經驗問卷評量調查統計結果（圖四）如下：

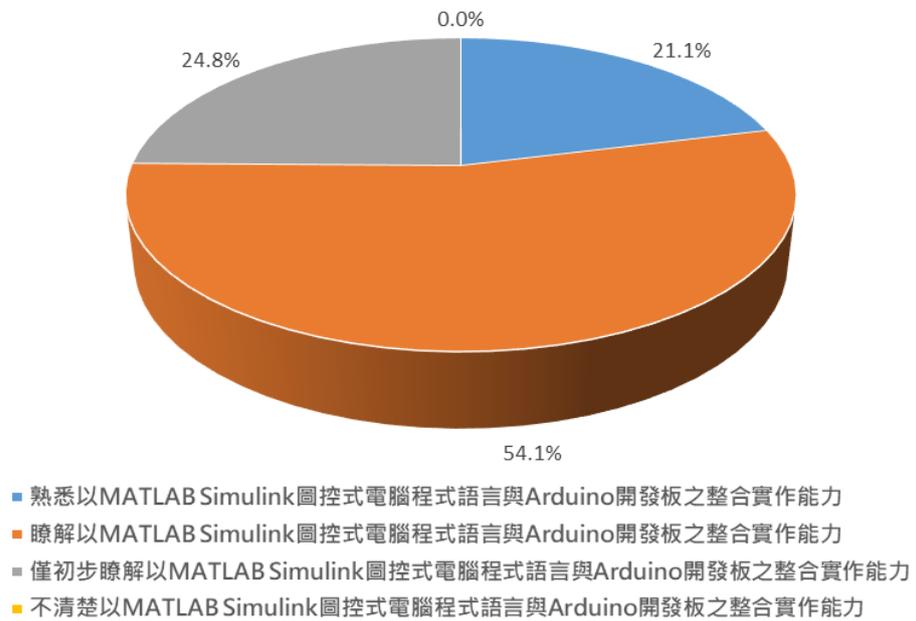
- ✓ 學生學習回饋之 Rubrics 評量調查(如附件一所示)

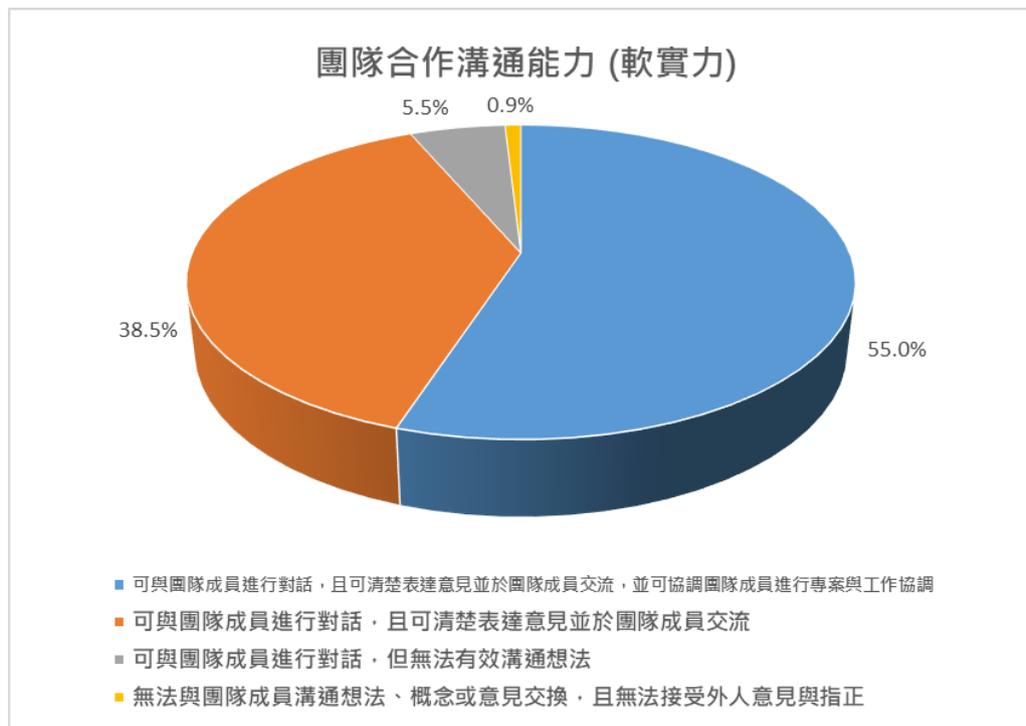


應用自動控制工程理論作用原理之能力



具備以MATLAB Simulink圖控式電腦程式語言與Arduino開發板之整合實作能力





圖三、學生學習回饋之 Rubrics 評量調查統計

其中，統計顯示於瞭解馬達作動及其驅動控制原理項次，有 85.3% 學生表示熟悉/瞭解；而於應用自動控制工程理論作用原理之能力項次，則有 79.8% 學生表示熟悉/瞭解；而於具備以 MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板之整合實作能力項次，則有 79.8% 學生表示熟悉/瞭解；而於團隊合作溝通能力則有高達 93.6% 學生表示與團隊成員能有效的溝協調以完成整個專題的製作。

✓ 課程經驗問卷評量調查(如附件二所示)

項次	平均
1. This course has helped me to develop my problem-solving skills. 這門課程幫助我發展我解決問題的技巧。	4.18
2. The teaching staff of this course motivate students to do their best work. 在這門課的教師們鼓勵學生們把他們的工作做到最好。	4.61
3. The workload is too heavy. 這門課的工作量太多了。	3.05
4. Staff here put a lot of time into commenting on student's work. 教師花了很多時間在講評學生們的功課。	3.79
5. To do well on this course all you really need is a good memory. 在這門課程中要做到最好時，你需要的是很好的記憶力。	3.41
6. This course has helped develop my ability to work as a team member. 這門課程幫助我發展我在團體中的工作能力。	4.17
7. As a result of doing this course, I feel more confident about tackling unfamiliar problems. 上完這門課的時候，我感到較有自信可以處理好我不熟悉的問題。	3.96
8. This course has improved my written communication skills. 這門課改善了我寫作溝通的技巧。	3.46
9. It seems to me that the syllabus tries to cover too many topics. 在我看來，教學大綱似乎包含太多主題了。	2.79

10.The course has encouraged me to develop my own academic interests as far as possible. 這門課已鼓勵我盡可能發展我自己的學術興趣。	3.94
11.Students have a great deal of choice over how they are going to learn in this course. 學生對於他們在這門課中將如何學有很多選擇。	3.92
12. Staff seem more interested in testing what you've memorized than what you've understand. 教師對於測試你所背的比你所瞭解的還感興趣。	2.71
13. It's often hard to discover what's expected of you in this course. 在這門課程很難去發現你被期待什麼。	2.59
14. We are generally given enough time to understand the things we have to learn. 我們一般有足夠的時間去瞭解我們必須學的東西。	3.93
15. The staff make a real effort to understand difficulties students may be having with their work. 教師努力地去了解學生們在工作上的困難。	4.42
16. Students here are given a lot of choice in the work they have to do. 學生們對於他們必須做的工作上被賦予了很多選擇。	3.89
17. Teaching staff here normally give helpful feedback on how you are going. 教學人員通常會對你所現在所做的東西給予有益的回饋。	4.24
18. Our lecturers are extremely good at explaining things to us. 我們的老師十分擅長於解釋事情給我們。	4.61
19. The aims and objectives of this course are NOT made very clear. 這門課的目標及主題並不是很明確。	2.23
20. Teaching staff here work hard to make subjects interesting. 教學人員非常認真地工作讓科目變得有趣。	4.27
21. There's a lot of pressure on you as a student here. 你在這裡當學生有很大的壓力	2.29
22. This course has helped me develop the ability to plan my own work. 這門課程幫助我發展規畫我自己的工作能力。	3.86
23. Feedback on student work is usually provided ONLY in the form of marks and grades. 在學生的工作上的回應通常只提供成績與分數。	2.58
24. We often discuss with our lecturers or tutors how we are going to learn in this course. 我們通常都和我們的老師討論我們要如何在這門課程中學。	3.97
25. Staff here show no real interest in what students have to say. 老師對於學生說什麼並沒有很大的興趣。	1.87
26. It would be possible to get through this course just by working hard around exam times. 在考試期間藉著努力是有可能通過這門課程。	4.18
27. This course really tries to get the best out of all its students. 這門課程試圖讓學生變得更好。	4.39
28. There's very little choice in this course in the ways you are assessed. 在這門課程裡你被評量的方式有很少的選擇。	2.61
29. The staff here make it clear right from the start what they expect from students. 老師從一開始就很清楚對學生的期待。	3.83
30. The sheer volume of work to be got through in this course means you can't comprehend it all thoroughly. 在這門課要執行的大量工作意味著你無法完全地融會貫通。	2.56

統計顯示學生於項次 (1)這門課程幫助我發展我解決問題的技巧;(2)在這門課的教師們鼓勵學生們把他們的工作做到最好;(6)這門課程幫助我發展我在團體中的工作能力;(16)學生們對於他們必須做的工作上被賦予了很多選擇;

等指標項次上皆達 4.0 以上，而於(7)上完這門課的時候，我感到較有自信可以處理好我不熟悉的問題;(10)這門課已鼓勵我盡可能發展我自己的學術興趣;(14)我們一般有足夠的時間去瞭解我們必須學的東西;(22)這門課程幫助我發展規畫我自己的工作能力等指標項次上亦達 3.8 以上，顯示藉由馬達控制實務專題的製作與驗證，透過 MATLAB Simulink for Arduino、Arduino 硬體開發板、馬達以及相關電子元件之軟硬體整合製作的方式，加深課堂上所學專業知能的認知，不僅能加深課堂上所學專業知能的認知，同時亦能激發學生自我學習的動機與動力，以實踐「理論與實務結合，培養學生務實致用能力」之目標。

✓ 學生學習心得與建議

- A. 在學習完這學期的控制實驗課程後，我們還需要去完成一項馬達專題。其中必須要用到這學期所學習到的知識，控制器、參數調整、影響為何等等，所以需要利用這項專題去檢視我們各個組員們的學習成效，也因為組員是比照航太專題的組員，我們也可在這次的專題討論中培養默契，以利航太專題討論中可以更順利。這做本次的專題時，一開始我們在組裝電路上都有陸續遇到一些瓶頸，但仍然一步一步慢慢解決，而當我們要開始用電腦測試時，卻碰上了更大的麻煩，也因為軟體上操作的問題，我們花了許多時間去排除，也透過了學長們開設的課輔課程了解問題所在，最後還是有成功使程式啟動，並成功控制馬達的參數，藉由調整 simulink 中 Ki、Kp 值去跑出不同的波形圖並觀察，也使我更明白馬達運作的原理。覺得這門課程真的很有趣，因為課程的最後並不是學長們一步一步的帶著我們去操作，而是由大家一起努力去製作完成出來的成果，也讓我們在這門課劃上最美好的句點。
- B. 這次的馬達專題是關於用 Uno 和 MATLAB 結合 PID 控制器和馬達的專題，在接線的過程中就有接錯線路和看線路圖的問題，我深深學到了電子電路的學問，再來是碰到 MATLAB 設定的問題，遇到電腦驅動程式無法運行，這個也讓過程中充滿解題的樂趣，運行成功，跑出的圖片缺黑畫面，最後在學長的帶領下，成功出現，當下的開心感以及滿滿的成就感，讓我對之前的重重困難都煙消雲散，調整 Kp 和 Ki 值得觀察，不斷地在網路上尋找各種文獻去好好了解，也讓我學會分工合作和分配時間，這都是專題外學到的深刻經驗，我覺得這次的馬達專題學問收穫滿滿。
- C. 從一開始對電路的陌生，透過講義慢慢學習每一條線需要接到哪一個位置，我們透過調整整流器的函數，來改變馬達輸出曲線，使波形更圓滑，但實驗過程也有失誤，導致線路錯誤出現燒焦味，才發現二極體有正負極之分，這次的專題除了學習將三個程式 MATLAB Simulink、Arduino 開發板、馬達以及相關電子元件的整合學習，與之前的線控實驗差別最大的是，先前的實驗像是一個完整的包裝套餐，我們只要照上面步驟一一完成即可，這次專題就是完全不同的元件，必須了解每個元件作用為何才有辦法完成整個專題，除了獲得相關知識，也再次體悟團隊合作的好壞與否，將大大影響最後的成果，這些讓我頗有收穫。

✓ 課程助教心得與建議

- A. 在進行一整個學期控制實驗課程後，加上在專題製作，讓同學們可以利用在實驗課中所學到的知識進行製作，通過自身摸索的過程可以有效的

複習整個學期所學到的內容。專題製作的過程中，可以提升同學們對於控制邏輯及軟硬體結合的概念，經過老師多次的教學與提點，同學們也逐漸掌握了控制邏輯及軟硬體結合的概念。彼此之間也通過多次的會議與討論，提早適應了往後團隊合作與工作交接相關的事務，收穫良多。

- B. 透過這次的專題實作，讓學弟妹們能實際動手做，結合 MATLAB Simulink 及 Arduino 開發板，去控制馬達，從基礎的接線到實際的控制，與小組成員進行充分的討論，遇到問題也能隨時尋求老師及助教的幫助，使學弟妹在專題製作過程中培養理論在實務應用上的能力。
- C. 本次專題無論是指導學弟妹們還是編製講義亦或是麵包板的接線流程並以及 MATLAB Simulink 與 Arduino 的整合，沒有大家的幫忙，絕對不會這麼的順利，也感謝老師的教導與提點且給予我們這個機會，可以了解到團隊合作的重要性，以及獲得協助學弟妹解決問題的學習經驗。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

目前的工程教育教學著重於各科目之專業理論學習，並透過大量範例、作業計算演練與考試以評量學生的學習成效，然而課程學習操作方式與實務應用上的整合性與鏈結性不足，因而學生無從實際體驗工程專業理論於實際應用上的整合關聯性與重要性，導致學生學習動機低落與學習上的障礙。

因此，本研究計畫於大三「控制實驗(一)」課程中，融入專題導向式學習 (Project-Based Learning, PBL) 導引學生進行馬達控制實務專題製作，冀藉此馬達控制實務專題的製作使學生能有機會進行統整知識與實作應用的深度學習，導引學生由「做中學、學中覺」以有效統合學生所學之專業理論知能，提升學生的學習動機，而於融入專題導向式學習同時，教師的角色也將逐步漸進的由知識的傳遞者轉變為知識的輔導者，藉由師生共構的自主學習場域，增加師生互動的機會、活化課程學習過程與提升課程學習的動機，以達成「理論與實務結合，培養學生務實致用能力」的教學目標。

二. 參考文獻(References)

1. M. Al-Atabi, 2014, "Think Like an Engineer: Use systematic thinking to solve everyday challenges & unlock the inherent values in them", CreateSpace Independent Publishing Platform.
2. B. F. Jones, C. M. Rasmussen, & M. C. Moffitt, 1997, "Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning", Washington, DC: American Psychological Association.
3. J. W. Thomas, 2000, "A review of research of project-based learning", Retrieved from <http://www.autodesk.com/foundation>.
4. M. Naraghi and B. Litkouhi, 2001, Naraghi, M., & Litkouhi, B., 2001, "An Effective Approach For Teaching Computer Programming To Freshman Engineering Students", Paper presented at 2001 Annual Conference, Albuquerque, New Mexico. <https://peer.asee.org/9162>
5. A. Behrens et al., 2010, "MATLAB Meets LEGO Mindstorms - A Freshman Introduction Course Into Practical Engineering", IEEE Transactions on Education, vol. 53, no. 2, pp. 306-317.
6. W. Sun and X. Sun, 2011, "Teaching Computer Programming Skills to Engineering and Technology Students with a Modular Programming Strategy", Paper presented at 2011 ASEE Annual Conference & Exposition, Vancouver, BC. <https://peer.asee.org/18625>
7. W. Sun, X. Wang and X. Sun, 2012, "Using Modular Programming Strategy to Practice Computer Programming: A Case Study", Paper presented at 2012 ASEE Annual

- Conference & Exposition, San Antonio, Texas. <https://peer.asee.org/22189>
8. J. M, Parker, S. L. Canfield and S. K. Ghafoor, 2014, "Using Hardware-based Programming Experiences to Enhance Student Learning in a Junior-Level Systems Modeling Course", Paper presented at 2014 ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis, Indiana. <https://peer.asee.org/23265>
 9. K. Zenger, 2016, "Challenges and New Directions in Control Engineering Education", Proceedings of the 9th Eurosim, 2016 Congress, Oulu, Finland.
 10. R. Wang, L. Zhang, J. Wu, D. Xu, D. Tong, 2016, "Research on Teaching Methods of Automatic Control Systems", Education Journal, vol. 5, no. 3, pp. 39-42.
 11. Y. Mao and S. Yuan, 2017, "Research and Application of Project-Based Learning in Modern Control Theory Course", Proceedings of the 2017 3rd Conference on Education and Teaching in Colleges and Universities (CETCU 2017).
 12. S. Ayasun and C. O. Nwankpa, 2005, "Induction motor tests using MATLAB/Simulink and their integration into undergraduate electric machinery courses," in IEEE Transactions on Education, vol. 48, no. 1, pp. 37-46.
 13. D. Ibrahim, 2011, "Engineering simulation with MATLAB: improving teaching and learning effectiveness", Procedia Computer Science, vol 3, pp. 853-858.
 14. M. Al-Busaidi, 2012, "Development of an educational environment for online control of a biped robot using MATLAB and Arduino", Mechatronics (MECATRONICS) , 2012 9th France-Japan & 7th Europe-Asia Congress on and Research and Education in Mechatronics (REM), 2012 13th Int'l Workshop on Paris , pp. 337-344.
 15. M. Rubio, C. Hierro and Á. Pablo, 2013, "Using Arduino to Enhance Computer Programming Courses in Science and Engineering", Proceedings of the EDULEARN13, pp.5127-5133.
 16. U. Mohammad, 2014, "An Introductory Engineering Course for Freshman Students-From Programming to Implementation", ASEE NCS 2014, American Society for Engineering Education, Oakland University.
 17. R. Grover, S. Krishnan, T. Shoup, and M. Khanbaghi, 2014, "A competition-based approach for undergraduate mechatronics education using the arduino platform", Fourth Interdisciplinary Engineering Design Education Conference, Santa Clara, CA, pp. 78-83.
 18. Control Tutorials for MATLAB and Simulink, University of Michigan, <https://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Home>

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

● 附件一：學生學習回饋 Rubrics 評量

□ 學生學習回饋之 Rubrics

瞭解馬達作動及其驅動控制原理之能力	
	4 熟悉馬達作動及其驅動控制原理
✓	3 瞭解馬達作動及其驅動控制原理
	2 僅初步瞭解馬達作動及其驅動控制原理
	1 不清楚馬達作動及其驅動控制原理

應用自動控制工程理論作用原理之能力	
	4 熟悉自動控制工程理論作用原理
✓	3 瞭解自動控制工程理論作用原理
	2 僅初步瞭解自動控制工程理論作用原理
	1 不清楚自動控制工程理論作用原理

具備以 MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板之整合實作能力	
	4 熟悉以 MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板之整合實作能力
✓	3 瞭解以 MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板之整合實作能力
	2 僅初步瞭解以 MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板之整合實作能力
	1 不清楚以 MATLAB Simulink 圖控式電腦程式語言與 Arduino 開發板之整合實作能力

團隊合作溝通能力 Rubrics (軟實力)	
✓	4 可與團隊成員進行對話，且可清楚表達意見並於團隊成員交流，並可協調團隊成員進行專案與工作協調
	3 可與團隊成員進行對話，且可清楚表達意見並於團隊成員交流
	2 可與團隊成員進行對話，但無法有效溝通想法
	1 無法與團隊成員溝通想法、概念或意見交換，且無法接受外人意見與指正

附件二：課程經驗問卷

以專題導向式學習強化學生工程專業整合能力問卷施測評量同意書

親愛的同學您好：

首先，十分感謝您參與本問卷之填答。此為針對「以專題導向式學習強化學生工程專業整合能力」計畫執行的一份學術性問卷，本研究的主要目的是想了解您在此課程中的學習經驗，問卷填答方式一律是採匿名方式進行，且僅供學術研究使用，請您就下列問題作答，您的想法與意見十分寶貴，請直接依照您個人之體驗與意見填答即可，您所填答的資料將僅供整體分析之用，請放心作答。於填答過程中若有涉及個人隱私或違反研究倫理之處，您有權拒絕作答，亦保有隨時退出此問卷作答的權利，若您同意以上的內容，請於下方欄位處填寫您的姓名與日期，感謝您的熱衷參與及配合。

逢甲大學航太與系統工程學系
黃振鴻 副教授 謹上

本人已閱讀過上述說明，也清楚相關權利義務，願意參與問卷評量施測。

簽名: 張

日期: 2022 / 1 / 6

學生學習課程經驗問卷項目 (Course Experiences Questionnaire, CEQ)	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意		
1. This course has helped me to develop my problem-solving skills. 這門課程幫助我發展我解決問題的技巧。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GS	4
2. The teaching staff of this course motivate students to do their best work. 在這門課的教師們鼓勵學生們把他們的工作做到最好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GT	5
3. The workload is too heavy. 這門課的工作量太多了。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AW	3
4. Staff here put a lot of time into commenting on student's work. 教師花了很多時間在講評學生們的功課。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GT	3
5. To do well on this course all you really need is a good memory. 在這門課程中要做到最好時，你需要的是很好的記憶力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AA	3
6. This course has helped develop my ability to work as a team member. 這門課程幫助我發展我在團體中的工作能力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GS	4
7. As a result of doing this course, I feel more confident about tackling unfamiliar problems. 在上完這門課的時候，我感到較有自信可以處理好我不熟悉的問題。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GS	4
8. This course has improved my written communication skills. 這門課改善了我寫作溝通的技巧。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GS	4
9. It seems to me that the syllabus tries to cover too many topics. 在我看來，教學大綱似乎包含太多主題了。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AW	3
10. The course has encouraged me to develop my own academic interests as far as possible. 這門課已鼓勵我盡可能發展我自己的學術興趣。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IN	3
11. Students have a great deal of choice over how they are going to learn in this course. 學生對於他們在這門課中將如何學有很多選擇。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IN	3
12. Staff seem more interested in testing what you've memorized than what you've understand. 教師對於測試你所背的比你所瞭解的還感興趣。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AA	3
13. It's often hard to discover what's expected of you in this course. 在這門課程很難去發現你被期待什麼。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CG	3
14. We are generally given enough time to understand the things we have to learn. 我們一般有足夠的時間去瞭解我們必須學的東西。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AW	4
15. The staff make a real effort to understand difficulties students may be having with their work. 教師努力地去了解學生們在工作上的困難。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GT	5
16. Students here are given a lot of choice in the work they have to do. 學生們對於他們必須做的工作上被賦予了很多選擇。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IN	3
17. Teaching staff here normally give helpful feedback on how you are going. 教學人員通常會對你所現在所做的東西給予有益的回饋。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GT	5

18. Our lecturers are extremely good at explaining things to us. 我們的老師十分擅長於解釋事情給我們。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GT	5
19. The aims and objectives of this course are NOT made very clear. 這門課的目標及主題並不是很明確。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CG	3
20. Teaching staff here work hard to make subjects interesting. 教學人員非常認真地工作讓科目變得有趣。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GT	4
21. There's a lot of pressure on you as a student here. 你在這裡當學生有很大的壓力。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AW	2
22. This course has helped me develop the ability to plan my own work. 這門課程幫助我發展規畫我自己的工作能力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GS	4
23. Feedback on student work is usually provided ONLY in the form of marks and grades. 在學生的工作上的回應通常只提供成績與分數。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AA	3
24. We often discuss with our lecturers or tutors how we are going to learn in this course. 我們通常都和我們的老師討論我們要如何在這門課程中學。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IN	3
25. Staff here show no real interest in what students have to say. 老師對於學生說什麼並沒有很大的興趣。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GT	1
26. It would be possible to get through this course just by working hard around exam times. 在考試期間藉著努力是有可能通過這門課程。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AA	3
27. This course really tries to get the best out of all its students. 這門課程試圖讓學生變得更好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GT	3
28. There's very little choice in this course in the ways you are assessed. 在這門課程裡你被評量的方式有很少的選擇。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IN	3
29. The staff here make it clear right from the start what they expect from students. 老師從一開始就很清楚對學生的期待。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CG	3
30. The sheer volume of work to be got through in this course means you can't comprehend it all thoroughly. 在這門課要執行的大量工作意味著你無法完全地融會貫通。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AW	3