

【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：PEE1080170

學門專案分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：2019/8/1~2020/6/30

融入 CDIO 的專題式學習於醫療器材設計控制之教學實踐研究
醫學量測

計畫主持人(Principal Investigator)：劉益瑞

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

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

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)：2002/8/21

融入 CDIO 的專題式學習於醫療器材設計控制之教學實踐研究

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

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

請描述所選擇研究議題的問題挑戰與背景、教學實務現場遇到之挑戰以及該議題的重要性與影響力。

生醫工程為結合生物、醫學及工程領域之跨領域學科，而生醫科技產業日益漸多，相關人才需求大增。於生醫工程領域中，過去的授課方式是以投影片或書本教材，獨立教授醫學相關解剖生理學，再另外一門學科教授電路感測器及其相關儀器系統之理論，考核方式則多以筆試作為評量。然而實際上將生物醫學及工程學門同時探討的機會不多，學生又缺乏實務體驗和動手操作等，導致最終雖然有學到理論，實際碰到儀器出問題，卻不知道從何下手。隨著科技進步，學習方式已經不止於黑板及書本上，網路上的教學影片，購買便宜的教材讓學生實際動手操作都是更好、更快速的學習方式。雖然不能整台醫療儀器拆解一一介紹，但是以簡化、好理解的原型來設計控制流程，卻是在大學部中實現的。

醫療器材受各國政府法規規範，台灣為衛福部食品藥物署(TFDA)所管轄，因此在設計、製造與銷售都不同於一般商品，著重產品宣稱的使用目的下的療效與安全，強調由一個醫療需求的使用目的開始，一切設計規範都須符合法規需求。因此，學生在學校學習醫療器材認證法規，是生醫工程教育相當重要的課程。然而，法規條文繁文縟節，對工程的學生而言，相當枯燥乏味，而認證實務面鉅細彌遺，大多數的學校老師，雖具專業但少實務，執行面困難，因此很難在學校設計此課程教授。

以上兩項教學現場問題，本研究採用專題導向式學習 (Project-Based Learning)，以單一簡易的醫療器材為專題，依照醫療器材 Design Control，進行醫療器材設計製作教學。並採取以 Conceive (構思)、Design (設計)、Implement (實施)、Operate (操作) 的 CDIO 概念結合醫療器材 design control，改變過往書本教授，注入動手操作的實驗課程，以量測生理信號為主題，在理論教學之後，讓學生構思、設計，並動手操作，測量到生理信號。

本研究以單一醫療儀器為單獨專題，依照醫療器材 Design Control，進行醫療器材設計製作教學。改變以往 lecture 式為主的教學，以單一簡易的醫療器材為專題，加入 CDIO 教學框架，結合醫療器材 Design Control，改變過往書本教授，注入動手操作的實驗課程，以量測生理信號為主題，在理論教學之後，讓學生構思、動手設計，並動手操作，測量到生理信號。透過成績和回饋問卷，來分析學生課後的結果。分兩部分評估教學和學習成效，第一是原理講解與實作後自評問卷，並加入參考該次的測驗成績，已提高問卷的可信度。第二為專題發想，由上課所學之理論與實作後的結果，對於軟硬體的再改進或不同儀器原理的結合等，配合專題發表，以了解學生最終是否能活用理論以及相關軟硬體操作。最後，整合相關回饋問卷，以及針對專題發表的結果，來改進下一次專題設計的內容，適度的調整資源以配合各個學生的學習進度。

2. 文獻探討(Literature Review)

請針對本教學實踐研究計畫主題進行國內外相關文獻、研究情況與發展或實作案例等之評析。

美國醫療器材規範，主要是遵循品質系統法規(Quality System Regulation, QSR)，此法規是制定於美國聯邦法規法典第 21 冊第 820 部分，因此常被稱為 21 CFR 820 [1]。然而對工程師而言，法規條文甚為空洞不具體，而為了讓醫療器材廠商有跡

可循，美國 FDA 頒布了 DESIGN CONTROL GUIDANCE FOR MEDICAL DEVICE MANUFACTURERS [2]，建議醫療器材製造的設計控制流程(Design Control)標準。因為生醫工程的教育，其中之一是培養醫療器材的設計、製造和維修工程師，因此需對醫療器材製造的設計控制流程有所認知。

醫測儀表為生醫工程中一重要學科，過往醫學設備儀表這類的課程，都是以 Medical Instrumentation Application and Design 和 Introduction to Biomedical Equipment Technology 一書來介紹醫療儀器[3, 4]，但是內容皆是感測器數學公式或系統理論，較為深奧難理解。傳統教學大多著重於課堂講授，評估學習和教學成效時，大多以學業成績當評估標準。如此單純以筆試、期中、和期末的分數作為評估，常常忽略學生其他能力面向，如實作相關的學習，通常是無法在這種評比，看出學生的真實學習成果。因此完整的評比是需加入類似實作等項目的評量，可以同時評估過程及結果，了解學生不只是「知道」知識，而是可以「活用」知識，將其展現出來[5, 6]。

工程科學對學生而言，除了課堂講授科學的知識外，動手操作是重要的輔助科學概念建立的教學方法，眼到手到的教學重要性，聯合國教科文組織(UNESCO; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)於 2005 年泰國 Pattaya 和 2008 年奈及利亞舉行的年會中，都有學者特別強調動手操作(Hands-on activities)對科學概念建立的重要性[7, 8]。隨著感測器、IC 晶片和系統整合的發展，如今已可藉由搭配小型化和簡易的整合系統[9, 10]，無需太多設備和場地，也可將操作課程融入專業課程。

專題導向式學習 (Project-Based Learning) 起始於 John Dewey 做中學(learning by doing)概念[11]，起源於加拿大麥克馬斯特大學 (McMaster University) 醫學院 [12-14]，由該醫學系教授霍華德·巴洛斯 (Howard Barrows) 和其他教授們在 1963 年，基於臨床醫學教育學者與學生學習的應用能力與適應力，發展出的一套實驗性流程，用以改進傳統醫學教育。該校規畫出一系列方案，將醫學生與模擬病患接觸，聽取病患相關資訊，包含生理及心理提問、社交情況以及對於疾病的基本認知，進而使學生從需求者角度了解內涵及所需。後續教育學者將其發展成專題導向式學習，此方法整合了知識和操作，學生可以藉著單一專題，學習到核心知識，並藉由動手做獲得思考啟發、創造力和團隊合作的學習[15]。本研究即利用 PBL 的建構主義理念，由於專題式的安排與真實情況相符，容易使得學生達成發現、組織、研究、呈現及傳達，以及自我能力評估、團隊合作以及資源工具的使用等多項能力整合。因此即使是透過簡單的心電圖儀器，了解醫療器材製造的設計控制的原理及流程，未來遇到其他醫療儀器時，也能利用此專題的學習，以相同邏輯的思考因應問題。

CDIO 概念起始於 1990 年代後期麻省理工學院(Massachusetts Institute of Technology)所設計。於 2000 年，麻省理工學院與三所瑞典大學 - Chalmers University of Technology, Linköping University and the Royal Institute of Technology 合作，獲得 Knut and Alice Wallenberg 基金會近 2000 萬美元巨額資助，經過四年的研究，創立了 CDIO 工程教育理念，併成立了以 CDIO 命名的國際合作組織 [16]。CDIO 修訂的教學大綱由四部分組成[17]： 1. 紀律知識和推理。2. 個人和專業技能和屬性。3. 人際交往能力：團隊合作和溝通。4. 在企業、社會和環境背景下構思，設計，實施和操作系統。CDIO 工程教育是以企業的生產製造角度所發想，將產品的整個生命週期包含起始的構思、而後的設計、接著實施和運作，以 CDIO 教學大綱和標準為基礎，強調利用整合式課程設計，讓學生能掌握紮實的工程基礎理論和專業知識，透過主動、解決實際問題為導向的學習方法，以及團隊合作與創新實踐的訓練，獲得工程師所需具備的相關能力[18]。

3. 研究問題(Research Question)

有鑑於上述的兩大問題，第一醫療器材的設計控制需落實於生醫工程大學部的教學，使學生具有合於法規的醫療器材設計開發流程概念，以避免日後與業界現實環境的學用落差。第二因應時代和學生變遷，改變傳統課堂聽講式的教學，將創新的教學方法應用於醫療器材的設計控制教學。本計畫將採用專題導向式學習 (Project-Based Learning)，以單一簡易的醫療器材為專題，依照醫療器材 Design Control，進行醫療器材設計製作教學。適逢本校加入 CDIO，將全面採取以 Conceive (構思)、Design (設計)、Implement (實施)、Operate (操作) 的創新教育歷程，培養出與世界接軌的高等學術人才。借此機會，我們將改變以往 lecture 式為主的教學，以單一簡易的醫療器材為專題，加入 CDIO 教學框架，結合醫療器材 Design Control，改變過往書本教授，注入動手操作的實驗課程，以量測生理信號為主題，在理論教學之後，讓學生構思、動手設計，並動手操作，測量到生理信號。

4. 研究方法(Research Methodology)

本教學實踐研究計畫於 108 年度通過執行，應用於 108-1 的「醫學量測課程」，課程結束時就執行完畢，此案題材也成為本人指導之碩士研究生林劭杰同學的碩士論文之部分成果，林同學也於 108-1 畢業，題目為「專題導向式學習於醫測儀表之成效」[19]，但因繳交報告為 108 年度末，造成報告繳交在後，學生畢業在前，因此本報告部分文字與圖表將與學生畢業論文有部分相同處，報告將儘量註明學生論文出處。本研究為專題式導向學習，進行方法以心電圖機為例，專題作課程進行先經過心臟生理知識出發，當心臟在運動時會產生心電訊號 PQRST 波，讓學生了解 ECG 波形生理意意與臨床診斷需求。然後依照需求進入 FDA 醫材設計控制教學，心電訊號傳導到皮膚表面電極時，訊號會衰減且因環境的干擾而產生雜訊，因此需要設計放大電路與濾波電路，依照此 ECG 信號特性制定出產品所需規格。然後經規格進入執行，設計出電路與軟體系統，接著進入操作，完成電路實作與軟體開發，量測生理信號，最後輸入信號擷取平台中，再由電腦軟體觀察訊號與後續處理 (圖 1)。學生經此學習後繳交此專題的組報告和個人實驗操作作為考核。在專題學習中，分別在構思、設計和操作後，進行 Likert Scale 問卷調查，了解學習前後狀況，最後請一組同學於社群老師會議發表成果，經社群老師針對發表與分析成果討論，完成此專題的 Rubrics 成效評量，以回饋後續專題課程設計。

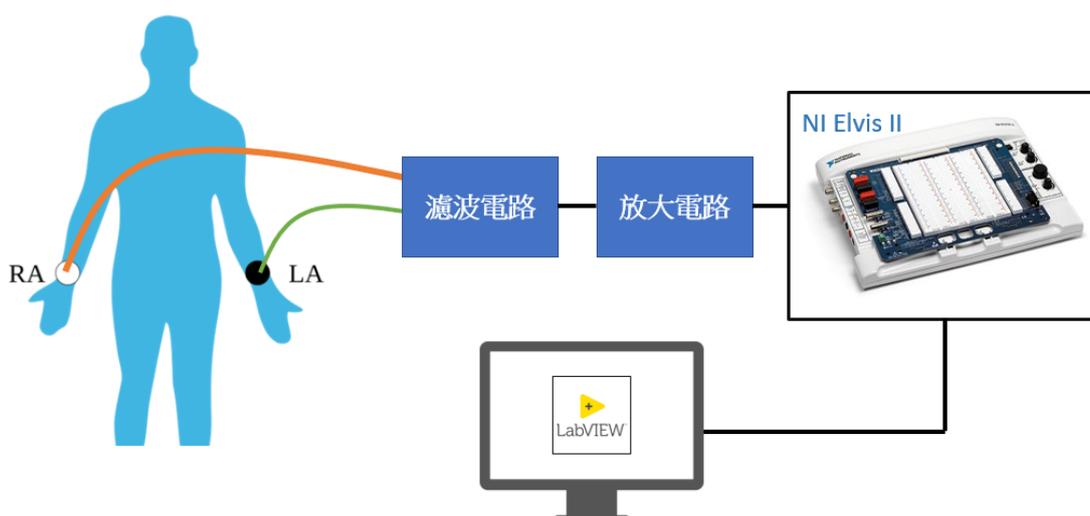


圖 1 心電圖機流程[19]

圖 2 為本研究流程，包含學生專題上課與實作（紅色方塊）與問卷回饋部分（黃色方塊），以及基礎專題設計與最終整合部分（綠色方塊）[19]。圖 3 至圖 6 為相關心臟生理與電路知識原理講解的部分講義內容。課程講述後，依照儀器的操作以及使用者需求，開始分組討論，設計相關原型。圖 7 為學生實作的平台，左圖為學生為符合需求所設計之電路，右圖為 NI Elvis II 模組化工程教學實驗開發平台。學生需紀錄設計系統控制流程於報告中。分組一方面是達到合作之目的，另一方面可以促使了解知識的人嘗試著傳達給同組組員，將教學相長從師生轉移到同學之間。

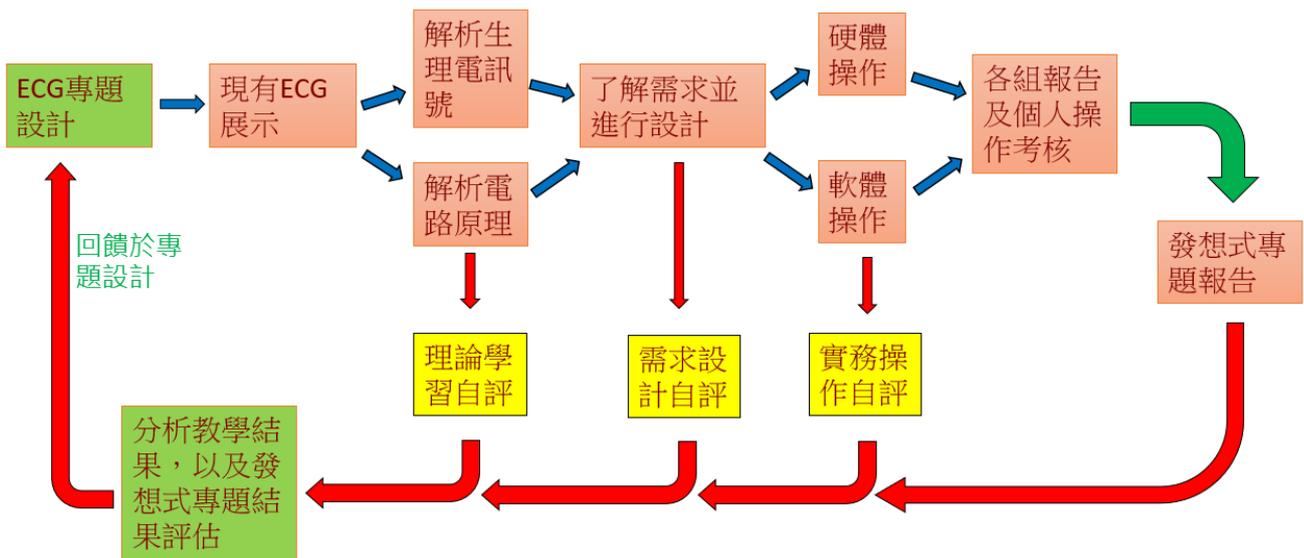


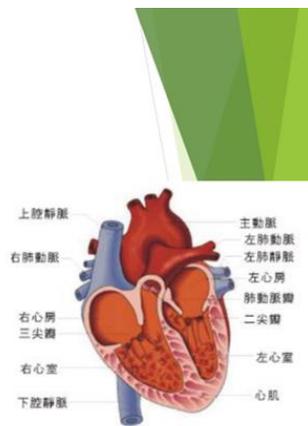
圖 2 專題設計流程[19]

心臟的基本功能

心臟具有四個腔室，藉由這四個腔室的收縮-舒張將血液輸送至全身。位於心臟上方二個較小的腔室稱為右心房與左心房，位於下方的二個腔室則稱為右心室與左心室。

在血液的循環系統中，從全身回來的缺氧血會經由上腔靜脈與下腔靜脈流進入右心房，然後送入右心室，藉由右心室的收縮作用，將血液推送到肺部進行氣體交換，獲得帶氧血，之後，經由肺靜脈流入左心房，進入左心室，左心室收縮時，則將血液經由主動脈送至全身各處，進行整個血液循環。

在此，從左心室將血液送出於血管中的壓力即一般所謂的血壓。



血液傳導對應ECG波形圖

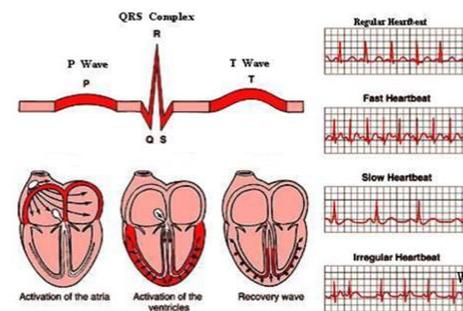


圖 3 基本生理解剖學[課程資料]

圖 4 基本生理訊號[課程資料]

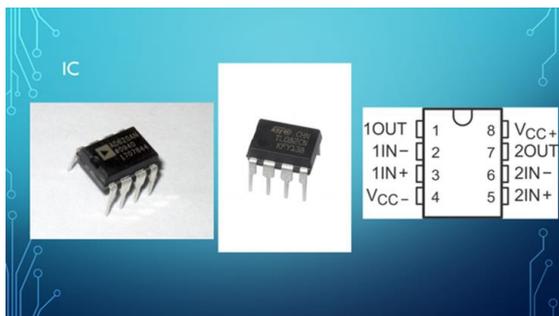


圖 5 電子零件介紹[課程資料]

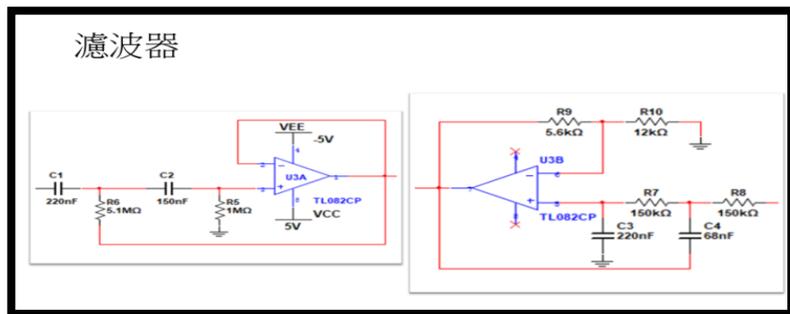


圖 6 電路介紹[課程資料]

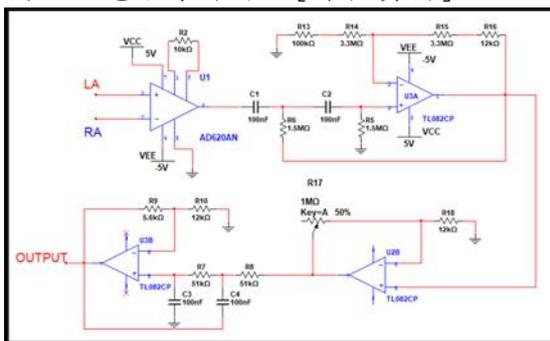


圖 7 電路設計 (左) 及軟體測試 (右) [課程資料]

課程結束後的考核方式分兩階段，平時成績與考試成績，內容包含生理解剖學理論，電子電路的設計理念，以及實作時的設計和成果報告。平時以組別合作報告來呈現專題執行成果，考試則為個人筆試及上機實作，了解學生個人對相關知識及操作的熟悉度(圖 8)。問卷評比採用兩種形式，一種為單純理論授課與實作授課前後各自評一次(配合作業題目，觀察自評分數是否可信)，獲取授課前後自我評估學習成果，來比較何種教學方式的成效較佳。另一種為讓學生直接評比哪種授課方式的學習成果較佳(配合作業題目，觀察自評分數是否可信)，最終直接比較何種方法對學生較佳。

問卷設計以 Likert Scale 方法設計兩種類型問卷。第一種為五大主體，包含綜合、理論、實務操作、自評、學習前後差異，前四項主要用於了解學生的理解程度以及參與程度，最後一項用於比較單純理論學習與加上實務操作學習，兩者之間的差異，此問卷為觀察學生在學習的過程中，不考慮作業成績之自評結果。詳細問卷內容請見附錄。問卷規劃為三大主題，第一個主題為綜合評斷在理論課及實作課的學習成果自評，在此主題安排的題目為 A 為學生評估教學內容對自身是否有益處。B 與 C 為學生自評在經過理論或實作教學時，是否對專業知識能力增加。D 為自評在課程中，自己學習表現以及對於教學得理解程度。最後的前後測為評估不同專業能力時，在理論學習前後及實作學習前後的差異。二、三主題則配合了不算分數的題目，為了驗證問卷自評並不是隨意填，必須寫出正確題目，分數才會算有效。不計分的題目問卷實施前後測，即教學前作一次，教學後立刻在作一次，以評估學生學習成效[19]。

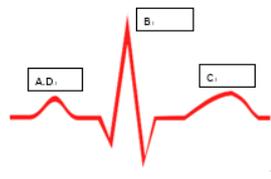
Rubrics 分析是一種以結果評估學習成效之方法，他將教師設定的結果(例如分數指標或特定題目答題情況)轉化成學生學習的成效，可用來評估作業、報告等，並且透過分析結果可以了解學生的優劣程度、知識了解程度，並且提供更好的教學模式，以達到所有學生皆能找到最佳的學習方式。Rubrics 首先需要設定與課程內容相關的目標，訂定明確的評估項目，分成三個或以上的不同尺度準則，並且定義每個尺度準則的範圍，定義彼此明確不重疊，並且跟去每次的分析結果修正。根據 Luft 提出的 Rubrics 設計方法來設計本課程之項目及評分標準**錯誤! 找不到參照來源**。(表 1)。本研究使用

Rubrics 量表以學生個專題課程成績來評判，藉此了解學生對於各項知識之學習成效，此分析僅作為調整課程難易度及排程，使得所有學生皆能跟上進度。

醫學量測 期中考-ECG

班級： 姓名： 學號： 。

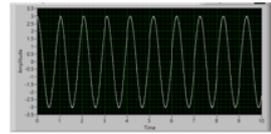
1. 原理題，請在下列空白格子中填入正確代碼：！



A. P波
B. QRS波
C. T波
D. 心房收縮
E. 心室收縮
F. 心房舒張
G. 心室舒張

2. 第一級電路(最下方電路圖 AD620)：！

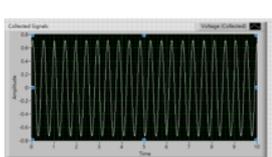
請依下列參數給與模擬訊號並量測週期與回答問題：
FGEN—波型：正弦、振幅：1Vpp、頻率：1Hz
請貼紙在此！



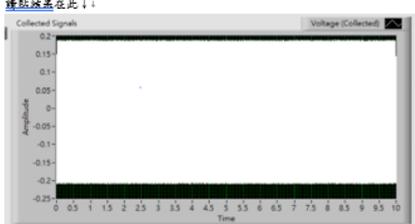
放大倍率約為 6 倍。

3. 低通濾波器電路(參考最下方電路圖)：！

請依下列參數給與模擬訊號並量測週期與回答問題：
FGEN—波型：正弦、振幅：1Vpp、頻率：2Hz
請貼紙在此！



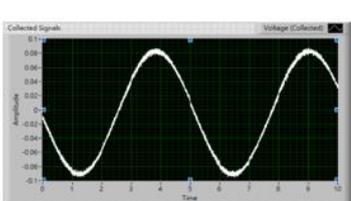
FGEN—波型：正弦、振幅：1Vpp、頻率：60Hz；
請貼紙在此！



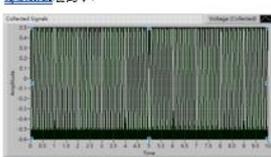
對應為下列 U3B 元件(標入 U2B 或 U3A 或 U3B)，截止頻率為 31.25，放大倍率約為 1.46 倍。

4. 高通濾波器電路(參考最下方電路圖)：！

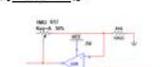
請依下列參數給與模擬訊號並量測週期與回答問題：
FGEN—波型：正弦、振幅：1Vpp、頻率：0.2Hz；
請貼紙在此！



FGEN—波型：正弦、振幅：1Vpp、頻率：10Hz；
請貼紙在此！



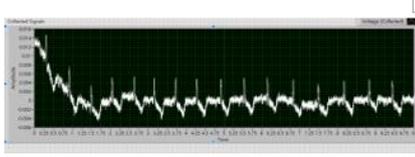
對應為下列 U3A 元件(標入 U2B 或 U3A 或 U3B)，截止頻率為 0.145KHZ，放大倍率約為 2.02 倍。



5. 放大電路(參考右方電路圖)：

請問放大倍率可由可變電阻調整倍率為 1 倍至 83 倍。

6. 量測自己最佳的 ECG 訊號並記錄波型。



7. (加分題)請依照上題量出來的 ECG 波型，計算出自己的心率，並簡作解釋如何求得。

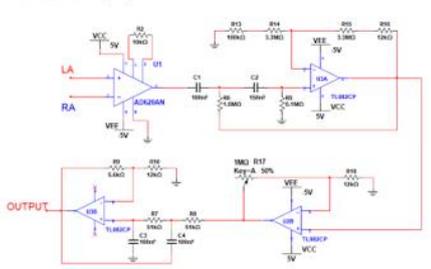


圖 8 考核內容包含理論及引導式實作內容圖

表 1 Rubrics 評量範例

生理信號知識		
分數	評分標準說明	範例
典範	學生的項目有假設和實際的數據分析結果。該項目幾乎達成，且實際與假設之數據一致。些微誤差不影響整體結果。	充分理解信號測量與分析原理知識
具備	學生的項目有假設和實際的數據分析結果。該項目不太完整，假設與實際有些微落差。部分落差使得整體不明確。	具有基本信號測量與分析原理知識

需加強	學生的項目有假設和實際的數據分析結果。 該項目存在不明確項目，使得整體不準確。	不了解基本信號測量 與分析原理
-----	--------------------------------------------	--------------------

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

(1) 教學過程與成果

心電圖機為例，單純儀表放大器、濾波器等簡單組合(下圖 9)，透過肢導電極夾將訊號輸入至電路(下圖 10)，經過放大濾波電路後，使用同為 NI 公司之產品 LabVIEW 軟體撰寫擷取訊號之程式，最終在自行設計之 LabView 介面中監看訊號(下圖 11) [19]。

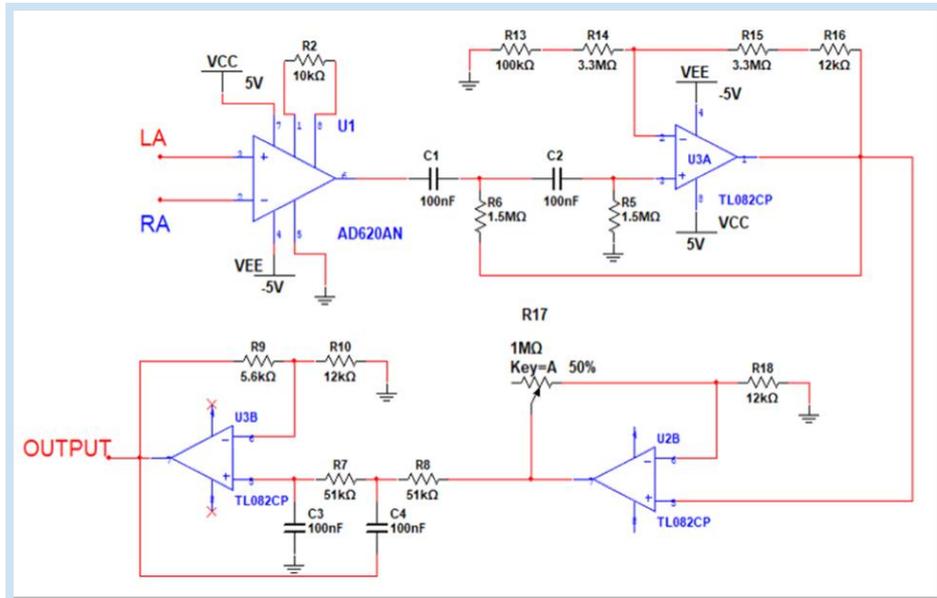


圖 13 心電圖機之電路圖(課程教材用)

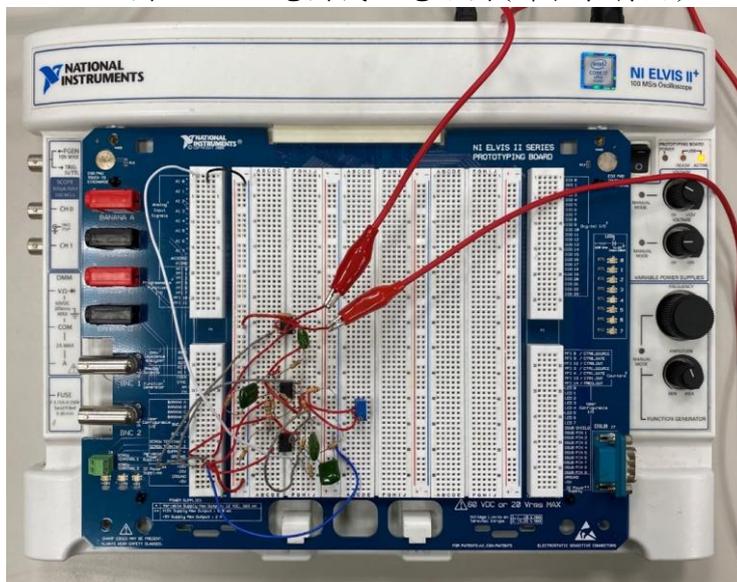


圖 14 課程設計之心電圖機[19]

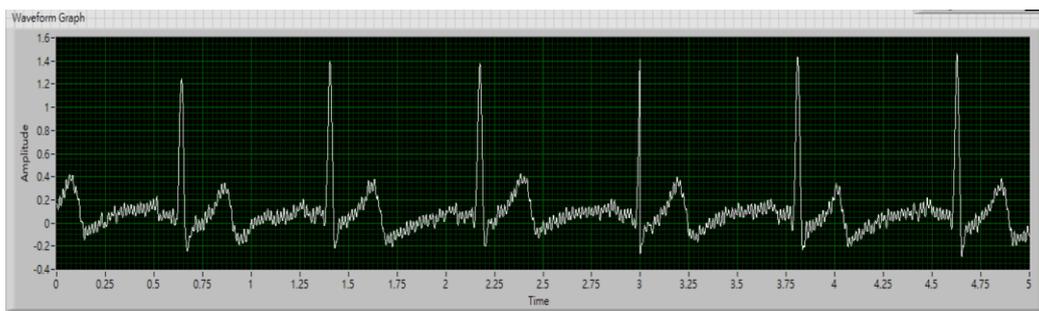


圖 15 以 LabView 監看心電訊號[19]

(2) 教師教學反思

依照 Rubrics 規則所設計之量表，本次研究分為五大主題：生理信號知識、醫療器材設計控制、電路設計、程式設計、團隊合作能力。依照各項課程之分數來統計。從表 2 中結果可以觀察到，幾乎所有主題中學生們皆落在具備此能力至典範，僅有在電路設計及程式設計項目中有需加強的部分，此部分考量到定義為期中考單人考試的情況，與平時團隊報告時，更能區分出實力較落後的學生[19]。

表 2 Rubrics 評量結果[19]

Rubrics						
核心能力/ 評量標準	需加強	比率	具備	比率	典範	比率
生理信號知識。	不了解基本信號測量與分析原理	0/42 平時不及格	具有基本信號測量與分析原理知識	29/42 平時 60~85	充分理解信號測量與分析原理知識	13/42 平時 >85
醫療器材設計控制	不了解醫療器材設計控制與法規關聯性	0/42 平時不及格	具有醫療器材設計控制與法規關聯性概念	29/42 平時 60~85	充分理解醫療器材設計控制的驗證與確效	13/42 平時 >85
電路設計	無法獨自完成生理信號量測實驗與信號分析作業	9/42 期中考 <50	可以獨自完成生理信號量測實驗與信號分析作業	27/42 期中考 50~85	可以獨自完成實驗與作業，且能夠自行設計測量與分析方法	6/42 期中考 >85
程式設計	無法獨自撰寫程式執行信號量測實驗與信號分析作業	9/42 期中考 <50	可以獨自撰寫程式執行信號量測實驗與信號分析作業	27/42 期中考 50~85	可以獨自撰寫程式完成實驗與作業，且能夠自行設計測量與分析方法	6/42 期中考 >85
團隊合作能力	無法融入團隊，分工合作完成生理信號量測實驗與信號分析學習	0/42 期末報告不及格	可融入團隊，分工合作完成生理信號量測實驗與信號分析學習	29/42 期末報告 60~80	可融入團隊，分工合作完成生理信號量測實驗與信號分析學習並為團隊領導者。	13/42 期末報告 >80

(3) 學生學習回饋

以下表 3 為三次平時成績及一次期中成績分布，可看出平時小組合作在分配工作上皆可以達成當次組報告，而每組的結果皆能達到預期結果，而期中個人考試表現，依照對內容了解程度存在差異，多數為了解相關理論知識而實際操作反而生疏，因此造成分數上落差。[19]

表 1 基本評估—作業及考試[19]

	作業			期中考		
	作業一	作業二	作業三	理論	實作	總分
平均	91.5	92	87.75	35.03	27.9	62.93
標準差	7.08	2.51	5.72	12.83	12.41	17.52

另外由於本次班級人數少，無法拆成是否套用 PBL 教學模式之兩組別，因此回追過去尚未使用 PBL 教學，即為傳統方式，專業知識依然由個別科目教授，醫學量測只負責整合知識完成電路，表 4 為比較過去與本次研究中，期中考分數在相同重點知識上的分數差異。[19]

表 2 連結試題之比較[19]

	106	107	108	
	分數	分數	與106相比	與106相比
功能介紹	0.721	0.950	↑ 32%	0.669 ↓ 7%
截止頻率	0.682	0.825	↑ 21%	0.872 ↑ 28%
訊號	0.697	0.625	↓ 10%	0.542 ↓ 22%
實作訊號	0.227	0.488	↑ 115%	0.713 ↑ 214%

PS:上述分數為完成程度，滿分以 1 為準

問卷 圖 16~21 為各項問卷分析之結果。

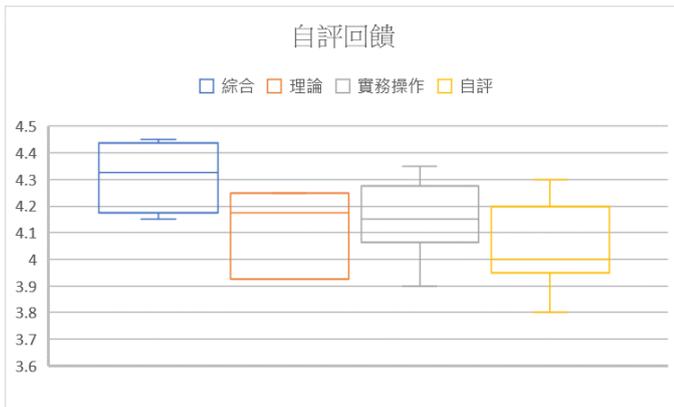


圖 16 自評回饋結果[19]

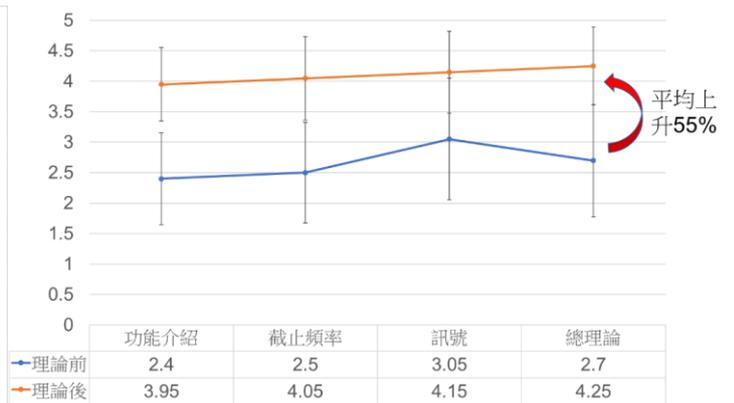


圖 17 自評回饋(理論) [19]

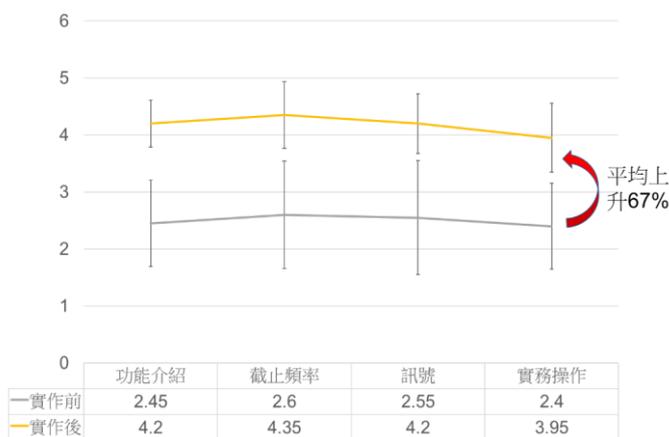


圖 18 自評回饋(實作) [19]

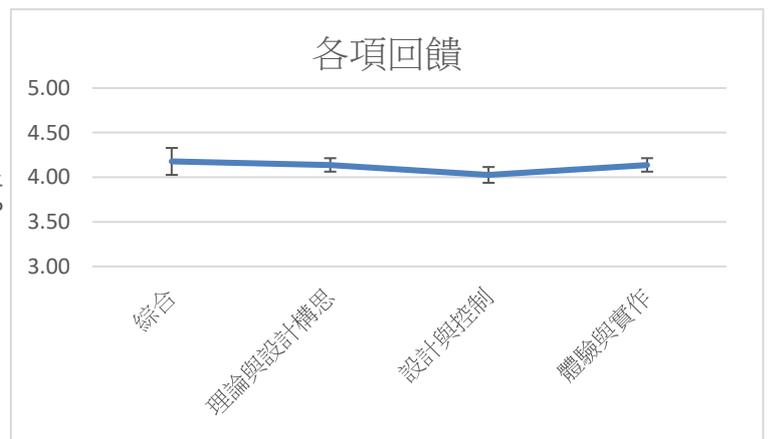


圖 19 108 問卷之各項回饋[19]

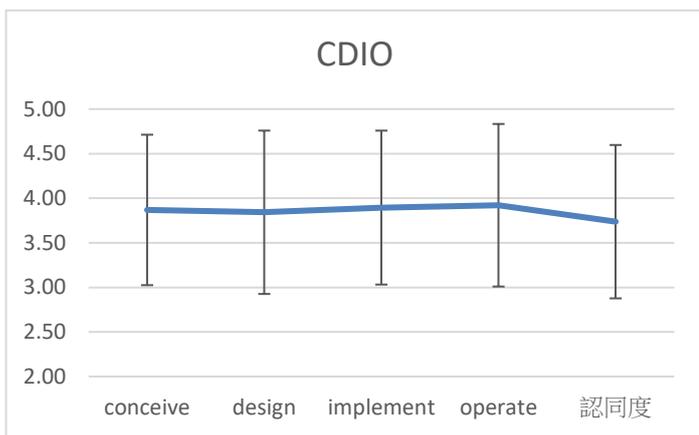


圖 20 108 問卷之 CDIO [19]

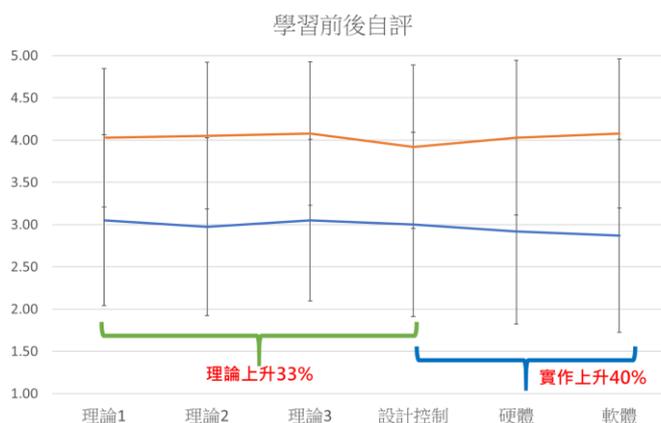


圖 21 108 問卷之學習前後自評[19]

逢甲大學

Feng Chia University

臺中市40724西屯區文華路100號

No.100 Wenhwa Rd., Seatwen, Taichung 40724, Taiwan, ROC

TEL:+886-4-2451-7250

www.fcu.edu.tw

劉老師益瑞 道鑒：

一〇八學年度第一學期的課程講授意見調查，日前已完成統計。根據調查結果顯示，先生擔任生醫工程學程自控三「醫學量測」之教學滿意度居於全校「大學部課程」之前 10%，特函致意。學生從您的教學中，獲得豐厚之助益，顯見先生教學深受學生之肯定。非常感謝先生在教學上的投入與辛勞，本校能獲得目前的校譽，先生功不可沒，在此衷心表達謝意與敬意。

近幾年來，本校為因應學生學習與人格特質的改變，以及外界就業市場的激烈競爭，乃積極強化學生的專業學科與通識之能力，除了實施各項基本能力考核辦法與學習輔導措施之外，也深刻體認到教師教學(包括教材內容與教學方法等)更是學生學習成效的關鍵，因此設置了各項機制與舉辦相關之活動，希望能提供更多的協助與資源，讓全校教師在不斷地精進教學品質過程中，直接有所助益並提昇學生學習成效，先生在教學上的投入足為其他教師之模範。

未來更要借重先生的力量，協助提昇本校優良教學品質，並確信藉由先生的影響力，必將使本校百尺竿頭更進一步。尚此 即頌

教安

教務長

王 蔚



敬上

109年05月12日

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本次研究以完成一輪一學期課程，包含三次電路課程及一次訊號處理課程計，並統整出3次平時成績、期中考試成績4次問卷回饋及一份最終專題發想結果。由研究成果發現，將個別醫療器材轉化為實作式專題導向的教學，對醫療器材的教學有很大的助益。

二. 參考文獻(References)

1. FDA, U.S. CFR - Code of Federal Regulations Title 21. Available from: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=820>.
2. FDA, U.S. DESIGN CONTROL GUIDANCE FOR MEDICAL DEVICE MANUFACTURERS. Available from: <https://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm070642.pdf>.
3. Webster, J.G., Medical Instrumentation Application and Design. 2009: John Wiley & Sons.
4. J, C.J., Introduction to Biomedical Equipment Technology. 2001: Pearson Education.
5. Dale E. (1969). Audiovisual methods in teaching.
6. Dewey John. (1938/1997). Education and Experience. New York: Touchstone.
7. Chen, I-Shin. Science Toys in Taiwan Elementary Schools. The ICASE International Workshop on Promoting Scientific and Technological Literacy Through Science Toys and Out-of-School Science Activities. April 4-7, 2005, Pattaya, Thailand.
8. Chen, I-Shin. The study of integrating hands-on activities into science courses for fifth graders. School Science and Mathematics Association Annual Convention. Nov. 13-19, 2008 Raleigh-Durham, North Carolina.
9. N. Ertugrul. Towards virtual laboratories: a survey of LabVIEW-based teaching/learning tools and future trends, International Journal of Engineering Education, Vol. 16, No. 3, pp. 171~180, 2000.
10. A. Baccigalupi, C. De Capua, A. Liccardo, Overview on Development of Remote Teaching Laboratories: from LabVIEW to Web Services, Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2006. IMTC 2006. Proceedings of the IEEE.
11. John Dewey, Education and Experience, 1938/1997. New York. Touchstone.
12. Blumenfeld P. C., Soloway E., Marx R. W., Krajcik J. S., Guzdial M., & Palincsar A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. Educational Psychologist, 26(3-4), 369-398.
13. Nerurkar, Dr. Alka B.; Dhanani, Dr. Jatin V. (2016年9月). Effectiveness of Project based learning in teaching microbiology. IOSR Journal of Research & Method in Education, 19-22.
14. Thomas J. W., Mergendoller J. R., & Michaelson A. (1999). Project-based Learning: A Handbook for Middle and High School Teachers. Novato, CA: The Buck Institute for Education.

15. Markham T. Project based learning A bridge just far enough. *Teacher Librarian* 2011 12;39(2):38-42.
16. https://web.archive.org/web/20040228213140/http://www.cdio.org:80/Wallenberg_docs/original_wallenberg_proposal/orig_wall_prop.pdf
17. E.F. Crawley, *Creating the CDIO Syllabus a universal template for engineering education*, 32nd Annual. *Frontiers in Education*, 2002.
18. Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. *Rethinking engineering education: The CDIO Approach* (2nd ed). Springer Singapore: Springer. (2014).
19. 林劭杰. (2020). 專題導向式學習於醫測儀表之成效. 台中市: 逢甲大學碩士論文。
20. Blumenfeld P. C., Soloway E., Marx R. W., Krajcik J. S., Guzdial M., & Palincsar A. ((1991)). *Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning*. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369–398.

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。

1. 回饋問卷

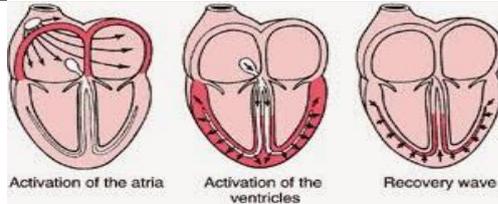
問卷不列入成績，為反饋改進之參考。該敘述越同意分數越高(最高 5 分)，反之越不同意分數越低(最低 1 分)	
A.綜合	同意程度
本次課程中，整題而言對我的學習是有幫助的。	
本次課程中，學習內容符合課程主題。	
本次課程中，教學內容具有啟發性。	
我認為自己很認真參與整個課程。	
B.理論	
ECG 理論課程內容的難易度適中。	
理論課程的教學方式靈活調整，搭配 PPT 和影片，有助於提升學習效果。	
理論課程的內容能吸引我學習 ECG 相關知識。	
理論課程後，我了解 ECG 在醫療方面的應用。	
理論課程後，我對於 ECG 在理論應用的理解是不夠的。	
理論課程後，我認為這些知識對於未來有所幫助。	
C.實務操作	
實作課程的內容難易度適中。	
實作課程的教學方式靈活調整，手把手教學再自己操作，有助於提升學習效果。	
實作課程的內容能吸引我學習 ECG 量測訊號的相關知識。	
實作課程中，教師有教導或鼓勵同學進行 ECG 電路的設計思考。	
實作課程後，我對於 ECG 在理論應用的理解釋增加的。	
實作課程後，我認為這些知識對於未來有所幫助。	
實作課程後，我將會在後續課程中運用我所學的知識。	
於理論課後，安排實作課程更能提升學習的成效。	
D.自評	
學習後，我覺得自己學到 ECG 課程所需基礎知識。	

理論學習後，我覺得對 ECG 有所理解。		
我覺得實際操作對 ECG 儀器和原理有很大的幫助。		
經過此課程，我覺得自己具備設計 ECG 專題應用的能力，如心率偵測實驗。		
我覺得自己能夠理解本課程 ECG 專案內容及實作執行。		
實作學習，我覺得在團隊中相互幫忙，學習效果更好。		
我覺得自己在課後具備探索更多 ECG 相關知識的能力。		
理論學習	學習前	學習後
對心臟構造的認識。		
對心電圖的認識。		
了解濾波電路的原理及應用。		
對 ECG 周邊相關器材的應用。		
實作學習	學習前	學習後
了解濾波電路的原理及應用。		
了解 LabVIEW 軟體介面的操作。		
對於自己的心電訊號的了解。		

2. 108 學年心電圖－理論學習前測

題目	回答
1. 生理電信號源自細胞的何種行為？	
2. 依序將 a-e 的作用寫出 去極化 極化 再極化 刺激 過極化 depolarization polarization repolarization stimulus hyperpolarization	a b c d e
3. 心電圖英文縮寫	
4. 依序寫出 ECG 波型名稱	a b c d e
左圖為心房收縮 中圖為心室收縮 右圖為心室舒張	左圖 中圖

請問各自對應心電圖的哪些波型



右圖

5. ECG 的原始電信號大小約 (1) 1 μ V (2) 1 mV (3) 1 V

6. ECG 的信號頻率範圍約 (1) 100 Hz (2) 1 kHz (3) 10 Hz 以下

7. 上述題目為心電圖電生理原理，請問您上課前您對此原理的認知程度

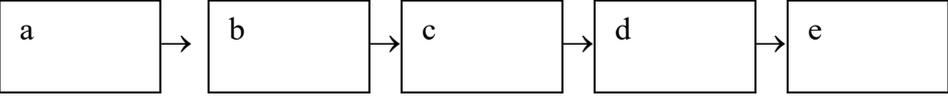
不了解.....非常了解
1 2 3 4

3. 108 學年心電圖－理論學習後測

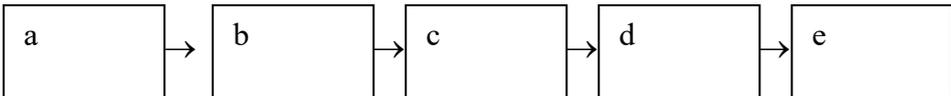
題目	回答
1. 生理電信號源自細胞的何種行為？	
2. 依序將 a-e 的作用寫出 去極化 極化 再極化 刺激 過極化 depolarization polarization repolarization stimulus hyperpolarization	a b c d e
3. 心電圖英文縮寫	
4. 依序寫出心電圖波型名稱	a b c d e
<p>左圖為心房收縮 中圖為心室收縮 右圖為心室舒張 請問各自對應心電圖的哪些波型</p>	左圖 中圖 右圖
5. 心電圖的原始電信號大小約 (1) 1 μ V (2) 1 mV (3) 1 V	
6. 心電圖的信號頻率範圍約 (1) 100 Hz (2) 1 kHz (3) 10 Hz 以下	
7. 上述題目為心電圖電生理原理，請問您上課 <u>前</u> 您對此原理的認知程度	不了解.....非常了解 1 2 3 4
8. 上述題目為心電圖電生理原理，請問您上課 <u>後</u> 您對此原理的認知程度	1 2 3 4
9. 理論課程的內容能吸引我學習心電圖相關知識。	不同意.....非常同意 1 2 3 4
10. 理論課程後，我了解心電圖在醫療器材應用。	1 2 3 4

4. 108 學年心電圖－設計控制學習前測

題目	回答
1. ECG 訊號很小，因此生醫量測儀器需哪種電子電路系統將訊號變大 (1) 放大器 (2) 濾波器 (3) 保護電路 (4) 切換器	

2. ECG 訊號很小，訊號需要變大幾倍 (1) 10 (2)100 (3)1000	
3. ECG 訊號很小，易受雜訊干擾，因此生醫量測儀器需哪種電子電路系統抑制雜訊 (1)放大器 (2)濾波器 (3)保護電路 (4) 切換器	
4. ECG 低通濾波需在何種截止頻率 (1) 10 (2)100 (3)1000 Hz	
5. ECG 需電極片，甚至導電膠幫忙擷取生理電信號，因此儀器必須要非常注意哪方面的安全 (1) 防火 (2) 防水 (3) 漏電	
6. 設計 ECG 機需有哪些系統所組成 	a b c d e
7.上述題目為心電圖系統設計控制，請問您上課前您對此部分的認知程度	不了解.....非常了解 1 2 3 4

5. 108 學年心電圖－設計控制學習後測

題目	回答
1. ECG 訊號很小，因此生醫量測儀器需哪種電子電路系統將訊號變大 (1)放大器 (2)濾波器 (3)保護電路 (4) 切換器	
2. ECG 訊號很小，訊號需要變大幾倍 (1) 10 (2)100 (3)1000	
3. ECG 訊號很小，易受雜訊干擾，因此生醫量測儀器需哪種電子電路系統抑制雜訊 (1)放大器 (2)濾波器 (3)保護電路 (4) 切換器	
4. ECG 低通濾波需在何種截止頻率 (1) 10 (2)100 (3)1000 Hz	
5. ECG 需電極片，甚至導電膠幫忙擷取生理電信號，因此儀器必須要非常注意哪方面的安全 (1) 防火 (2) 防水 (3) 漏電	
<p>6. 設計 ECG 機需有哪些系統所組成</p>  <pre> graph LR a[a] --> b[b] b --> c[c] c --> d[d] d --> e[e] </pre>	<p>a</p> <p>b</p> <p>c</p> <p>d</p> <p>e</p>
7. 上述題目為心電圖系統設計控制，請問您上課 <u>前</u> 您對此部分的認知程度	<p>不了解.....非常了解</p> <p>1 2 3 4</p>
7. 上述題目為心電圖系統設計控制，請問您上課 <u>後</u> 您對此部分的認知程度	<p>1 2 3 4</p>
8. 理論課程後，我了解 ECG 的設計控制流程以符合法規與臨床需求。	<p>不同意.....非常同意</p> <p>1 2 3 4</p>
9. 理論課程後，我了解設計控制流程驗證之目的。	<p>1 2 3 4</p>
10. 理論課程後，我了解設計控制流程確效之目的。	<p>1 2 3 4</p>

6. 108 學年總回饋問卷

No	題 項	請勾選你/妳覺得符合自身狀態的選項									
綜合/第 1~4 題為五等尺度題項		非常同意←→非常不同意									
		5	4	3	2	1					
1	本次課程中，整題而言對我的學習是有幫助的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2	本次課程中，學習內容符合課程主題。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3	教師的表達與解說清楚有條理。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	本次專題教學方法，有助於提升學習效果。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
理論與設計構思/第 1~4 題為五等尺度題項		非常同意←→非常不同意									
		5	4	3	2	1					
1	理論課程內容的難易度適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2	理論課程的內容能吸引我學習生理信號量測相關知識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3	理論課程後，我了解生理信號在醫療器材應用。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	理論課程後，我認為這些知識對於未來有所幫助。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
設計控制/第 1~4 題為五等尺度題項		非常同意←→非常不同意									
		5	4	3	2	1					
1	理論課程內容的難易度適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2	理論課程後，我了解醫材的設計控制流程以符合法規需求。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3	理論課程後，我了解設計控制流程驗證之目的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	理論課程後，我了解設計控制流程確效之目的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
體驗與實作/第 1~4 題為五等尺度題項		非常同意←→非常不同意									
		5	4	3	2	1					
1	實作課程內容的難易度適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2	實作課程的內容能吸引我學習生理信號量測相關知識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3	理論課程後，我對於生理信號在理論應用的理解是增加的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	於理論課後，安排實作課程更能提升學習的成效。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
自我與同儕學習評比/ 第 1~11 題為五等尺度題項		請 ~ 勾選你/妳覺得符合自身狀態的選項 非常同意←→非常不同意									
		自己					同組組員				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	課程教授與實驗操作，我有學習和應用 Conceive （構思）能力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	課程教授與實驗操作，我有學習和應用 Design （設計）能力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	課程教授與實驗操作，我有學習和應用 Implement （實施）能力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	課程教授與實驗操作，我有學習和應用 Operate （操作）能力。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	學習後，我覺得自己學習到生理信號量測課程所需基礎知識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	我覺得自己能夠理解本課程生理信號量測各專案內容及實作執行。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	實作學習，我覺得在團隊中相互幫忙，學習效果較好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8	經過此課程，我覺得自己具備設計生理信號專題應用的能力，如心律偵測實驗。	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>								
9	相較於傳統講授，我更喜歡此種專題式 CDIO 的教學方式。	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>								
10	整體而言，我在本科目的收穫豐盛（如專業知識、技能、態度或價值觀等方面）。	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>								
11	填答這份問卷時，我很認真地思考每一個題目。	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>								
學習前後自我評量 第 1~7 題為五等尺度題項		請 ~ 勾選你/妳覺得符合自身狀態的選項 非常同意 ← → 非常不同意									
		學習(實作)前		學習(實作)後							
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	對心血管生理理論的認識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	對生理信號理論的認識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	對生理信號在醫療器材應用的認識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	對醫療器材設計控制的認識。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	對生理信號量測硬體設計的了解。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	對生理信號量測軟體設計的了解。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
其他意見: (請填寫，任何意見都歡迎)											

期末專題展示

