

投稿類別：工程技術類

篇名：

電機實驗超 Easy 之混成式人機介面學習系統

作者：

李洋震。臺北市立松山工農。日間部。電機三仁

鄭浩壯。臺北市立松山工農。日間部。電機三仁

張容爾。臺北市立松山工農。日間部。電機三仁

指導老師：

鄭才新老師

張鈺楨老師

壹、前言

一、研究動機

- (一) 傳統設備昂貴、體積大：傳統實驗機台體積龐大如圖 1，設備所需費用較高，考量經費負擔及設備的後續維護，一間實習工場至多配備 1 組至 2 組實驗系統，在實習時會衍生多位學生共用機台的問題，在學習效果上勢必將大打折扣，故設計改善傳統電機實驗線，既可降低經費，又可使學生受惠。



圖 1、傳統電機實驗系統(資料來源：本研究拍攝)

- (二) 線上模擬操作加深印象：將傳統實驗機台開發成混成式人機介面學習系統，可以協助教師去解決學生在學習上的問題，藉由系統的輔助功能，減輕教師負擔，提升學生學習興趣、縮短學習過程，建立良好的師生互動與主動學習機制，使整體學習到達更高效益。

二、研究目的

現行的技能實習課程是採分組教學，但教師為了要兼顧每一個學生，而採取個別教學是有很多問題的，因為學生並不一定熟悉每一個實驗的內容與步驟，因此學生要花較多時間思考，以及等待教師的指導，學生既然無法獲得良好的學習，就容易導致降低學習興趣，也使學生所接收到的工具及指導並不均，使用最新最好的設備儀器也不可行；而且在技職學校或以技能為導向的課程中，學生在學習過程中，往往需面對設備、器材的成本反映與過程中的危險性。如飛行員學習飛機飛行，飛行員與飛機的安全性。隨著資訊科技的發展與網際網路資訊的快速成長，不僅提供學生豐富容易取得的學習資源，也改變了教學與學習的型態，尹攻君、劉世雄探討在資訊教學相關的訪視過程中，經常被提及的問題是資訊科技融入教學的時機與方式是否得宜，以及運用該教學方式是否就具有學習成效等有關教學品質的問題，該研究發現學生普遍有正向學習的表現。

張基成、周保男利用自行開發的能力本位網路學習系統，以臺灣北部某技專校院修習「微算機實習」課程的 38 位學生為教學實驗研究對象，以探討能力本位網路學習實施困難與成效、評估學習效果與自我導向學習傾向、探討自我導向學習傾向與學習效果的關聯性。張基成、彭星瑞探討網路化檔案評量系統的使用對學習成效之影響，結果顯示系統的使用對評量成績沒有顯著影響、系統的使用對學生的自我覺知學習成效有顯著影響、系統的使用對於高、低學習動機學生評量成績皆沒有顯著提升作用，但對於低學習動機學生的整體自我覺知學習成效較能發揮顯著效用。

貳、正文

一、系統架構與模組

系統架構是以實體接線模組設計和 Schneider-PLC 為本專題核心，學生進行實驗時可與系統互動，如圖 2 所示，在引導接線過程中發現到有疑問或無從下手的時候，可以由系統進行引導學習，藉由 step by step 引導方式，使學生完成電機實驗接線。如果學生在接線的過程中，由於專家規則已植入在 Schneider-PLC，接線過程中的診斷與監控機制，系統會自行偵測接線實驗過程的正確性，所以學生在接線過程可隨時監控學生在電機實驗接線教導系統上的動作，如在實驗過程中有發生重大的接線錯誤或與系統所教導的接線不符合時，系統會立即發出警告，要求學生確認接線，這樣可加深學生的技能的正確性。

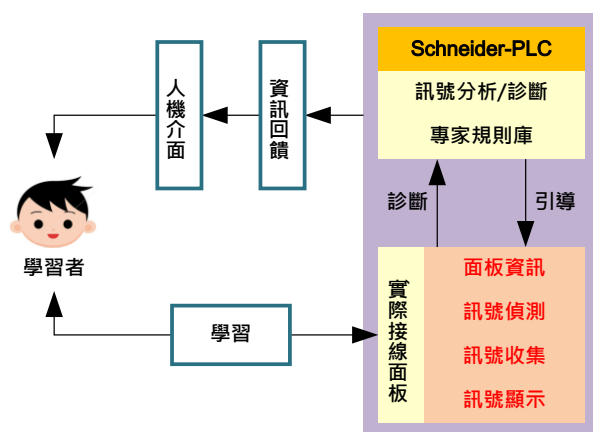


圖 2、人機互動架構
(資料來源：本研究繪製)

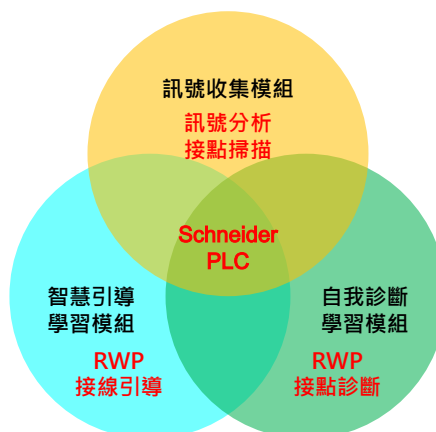


圖 3、混成式系統模組架構
(資料來源：本研究繪製)

為建構混成式人機介面學習系統，本專題設計 3 個實驗模組來組合，分別為智慧引導學習模組、自我診斷學習模組、訊號收集模組，各模組之間結合以 Schneider-PLC 為系統處理核心，如圖 3 所示，各模組敘述如下：

(一) 智慧引導學習模組

本模組主要是使學生於真實電機實驗接線平台更具完整的互動性與智慧化設計使用於傳統電機實驗接線過程中，規劃各種電機實驗接線型式，將步驟整理出正確地接線實驗程序，在實際接線面板(Reality Wiring Panel；RWP)顯示接線引導的指示，學生可選擇不同的電機實驗接線進行練習，依照系統指示逐步完成接線過程。接線引導機制是將學生在實驗接線環境上的行為儲存至 Schneider-PLC 上，以便對學生的接線做監控，而且可依照學生所想要的接線練習將引導步驟逐一呈現在 RWP 接線環境上，加強學生與接線環境的互動，使學習更具效率。

(二) 自我診斷學習模組

本模組主要是使學生於真實電機實驗接線平台更具完整的互動與智慧化，本模組設計係以學生按圖施工方式，每完成一條接線，於人機介面視窗按下「診斷線路」鍵，由訊號收集模組的 D I/O 功能擷取 RWP 面板上的接線訊號進行自我診斷功能，自我診斷學習模組是由 RWP 與錯誤分析的機制所組成，提供學生在操作學習時的互動、教導學習、監控行為及重點提示等功能。

錯誤分析機制主要是提供學生在進行實驗接線時的監控、督導，在監控的過程中，完善的規則庫在診斷接線行為時，發現學生在接線練習發生錯誤接法或錯誤接線步驟，藉由接線錯誤的行為進行分析，分析的結果會立即顯示出訊息，告知學生發生何種錯誤，加強對實驗接線的印象及避免在進行真正的電機實驗時，因接線而對電機或實驗的設備，產生不良的影響及損壞。所以錯誤分析機制具有知識學習的功能，因具備各種電機實驗接線的要點、方法及注意事項等知識，在學生需要時，可以隨時提供學生做為參考與學習的指標。

(三) 訊號收集模組

訊號收集模組是指學生在實際接線面板上進行練習時，在面板上所連接的點，會依相對位置的功能點立即對應轉換，每一功能點以 D I/O 方式將訊號送進 Schneider-PLC 內做訊號處理，將每一 D I/O 的訊號紀錄起來，當學生每進行一步接線動作時，按下「接線確認鍵」後，就會將

學生的接線動作記錄起來，進行接線診斷、監控，系統確認無誤後才能進行下一個接線動作以確保系統安全。訊號收集模組是「智慧引導學習模組」、「自我診斷學習模組」的前端處理，是系統與學生的訊號傳遞，透過人機介面將訊號傳達給學生，轉換成有意義的資訊給學生觀看，讓學生觀看診斷訊息瞭解接線過程是否正確。

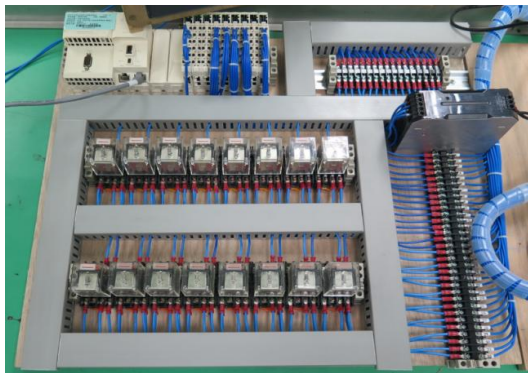


圖 4、訊號收集模組(資料來源：本研究拍攝)

(四) 實際接線面板(Reality Wiring Panel；RWP)

利用 Schneider-PLC 多輸入/多輸出的功能，偵測 RWP 面板的數位訊號，以開放式標準串列通訊與資料收集系統介面溝通，來提供一個與實際電機實驗平台相同的面板，讓學生可直接在這個實際的平台上練習接線，實際接線面板 RWP，如圖 5 所示，面板背面利用導線連接至訊號收集模組，將訊號送至 Schneider-PLC 內部，面板背面與訊號收集模組連接情形，如圖 6 所示。

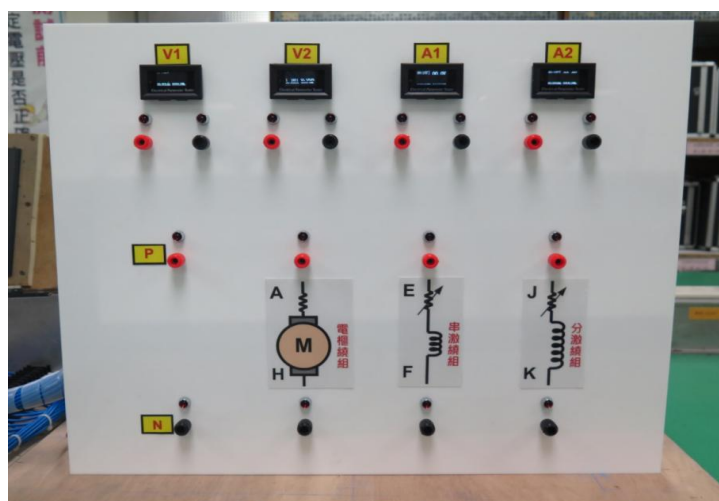


圖 5、實際接線面板 RWP(正面)(資料來源：本研究拍攝)



圖 6、實際接線面板 RWP(背面)(資料來源：本研究拍攝)

二、系統運作流程

(一) 智慧引導式學習模式

當學生進行引導學習時，如圖 8 為智慧引導式學習介面設計，智慧引導學習模組會取得引導步驟的各項資料，進而引導學生欲學習的電機實驗接線，系統會顯示出接線實驗的接線接點順序的訊息，要求學生跟著此訊息指示接線，逐步地引導，而當學生接線時，系統會將此接線位置的訊號送進診斷機制處理，依此位置與系統所引導的接線位置相互比較、分析，如有不同，系統則會顯示錯誤或警告訊息在人機介面視窗中，讓學生能清楚知道錯誤資訊，俟錯誤接線排除後，接著再次返回這一步驟訓練，接著再進行下一步驟的學習，如此反覆執行，直至完成整個接線的訓練。

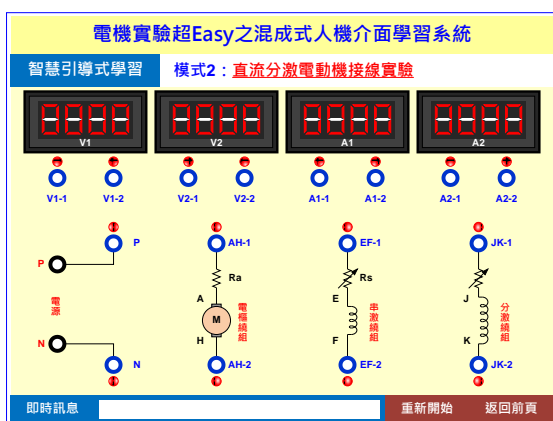


圖 7、智慧引導式學習模式
(資料來源：本研究繪製)

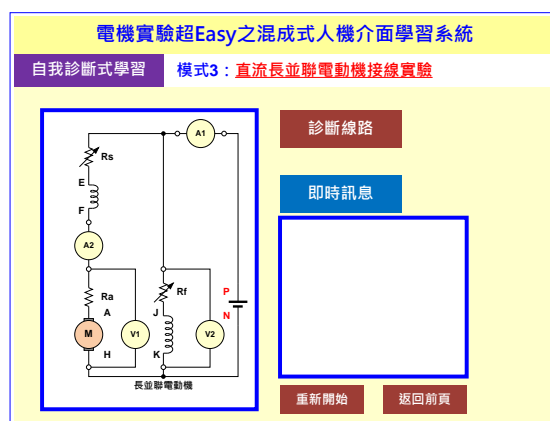


圖 8、自我診斷式學習模式
(資料來源：本研究繪製)

(二) 自我診斷式學習模式

如圖 9 為自我診斷式學習介面設計，學生選擇欲學習的電機實驗接線，學生每接一條線路後，則系統會診斷學生在 RWP 環境上相對應的接線接點位置分析、尋找出來，以讓系統能了解接線的情形，並對接線的情形進行診斷及分析，而診斷及分析後的結果會顯示在人機介面上，讓學生可以清楚明白自己在電機實驗接線的過程、步驟資訊，在這之後學生可讓接線的線路做非即時地轉換至實際實驗環境。學習過程中，尚未轉換至實際實驗環境前，學生可透過監控系統中的接線診斷功能，獲得正確的線路接線規則及有關電機實驗接線的相關知識，如圖 9 自我診斷式學習模式、圖 10 是本論文之混成式人機介面學習系統完成圖。

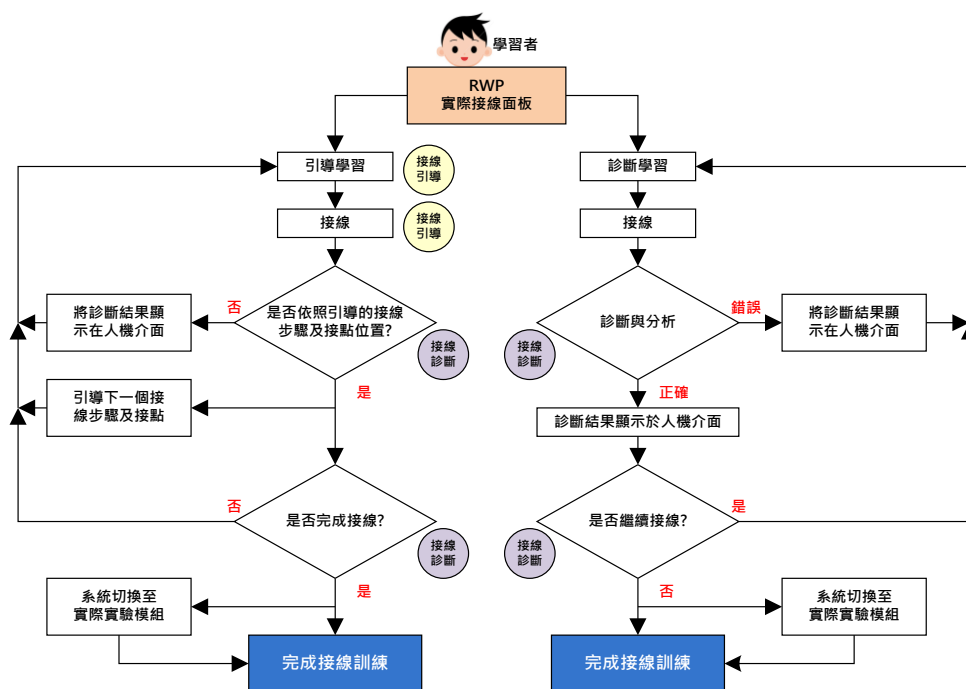


圖 9、RWP 環境系統運作流程(資料來源：本研究繪製)

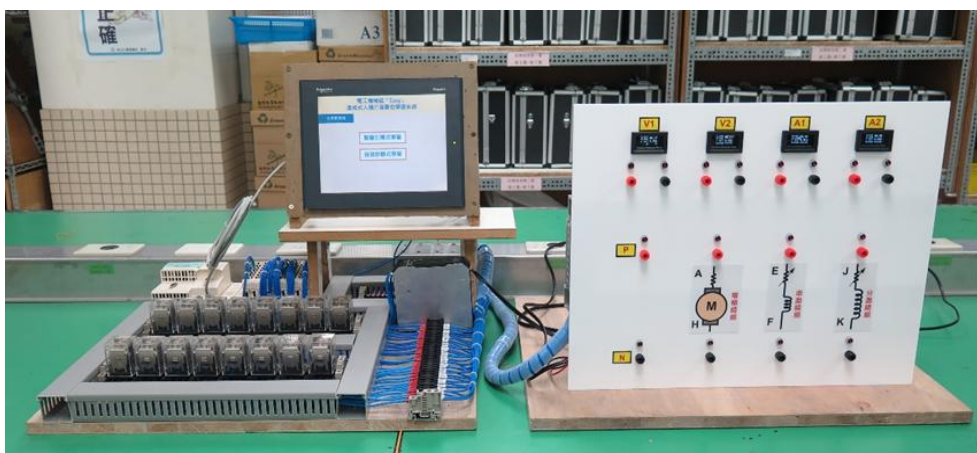


圖 10、電機實驗超 Easy 之混成式人機介面學習系統完成圖
(資料來源：本研究拍攝)

三、建構接線規則庫

(一) 智慧引導式學習(以直流串激式電動機接線實驗為例說明)

學生進行智慧引導式學習時，會依學生接線的行為進行診斷，如果接線行為正確，系統會要求學生進行引導下一接線步驟及接點位置，如此反覆，直到接線訓練完成。圖 11 為智慧引導式學習的四種模式，本專題報告為利說明以直流串激電動機接線實驗為例說明。

學生進行直流串激式電動機接線實驗，圖 12 為點選進入「智慧引導式學習-直流串激電動機接線實驗」人機介面，系統會依接線規則進行 LED 閃爍，並在實際接線面板 RWP 之 LED 閃爍引導學生接線，每完成一條接線，人機介面下方會以即時訊息方式告知學生，系統即自行診斷，分析學生接線的正確性，如果一個步驟接線錯誤，人機介面會以即時訊息告知學生接線為何種錯誤，以利學生進行自主學習，經由系統引導完成圖 13 接線。圖 14 是直流串激電動機接線實驗規則庫，系統依照規則庫程序引導學生接線行為，診斷接線是否正確。圖 15 是測試智慧引導式學習直流串激電動機接線過程，圖 16 是直流串激電動機接線完成圖。

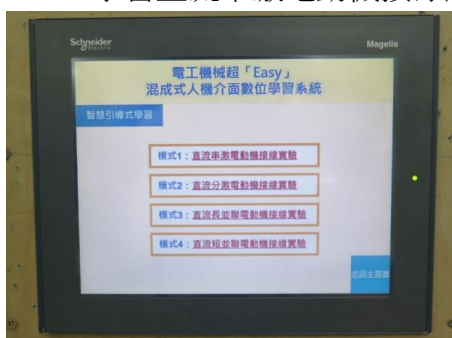


圖 11、智慧引導式學習的四種模式
(資料來源：本研究拍攝)



圖 12、直流串激電動機接線實驗
(資料來源：本研究拍攝)

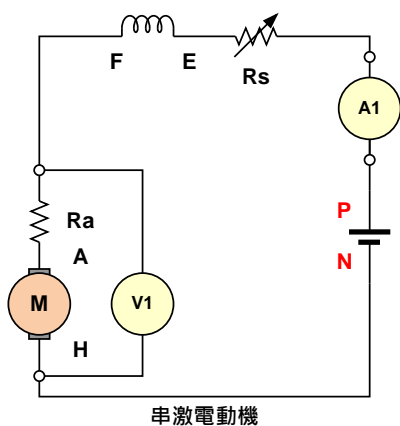


圖 13、直流串激電動機接線實驗
(資料來源：本研究繪製)

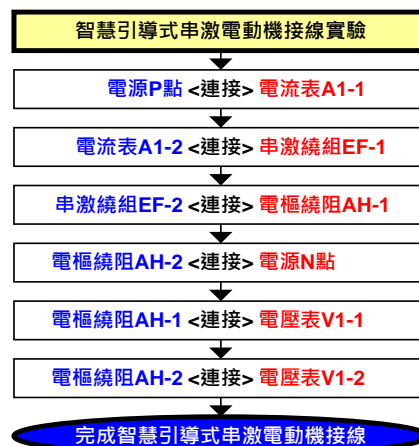


圖 14、直流串激電動機接線實驗規則庫
(資料來源：本研究繪製)

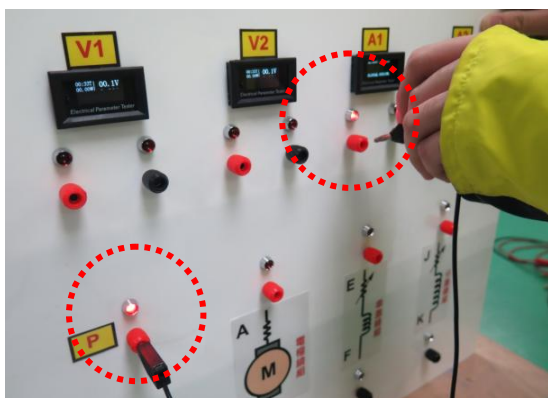


圖 15、直流串激電動機接線過程
(資料來源：本研究拍攝)

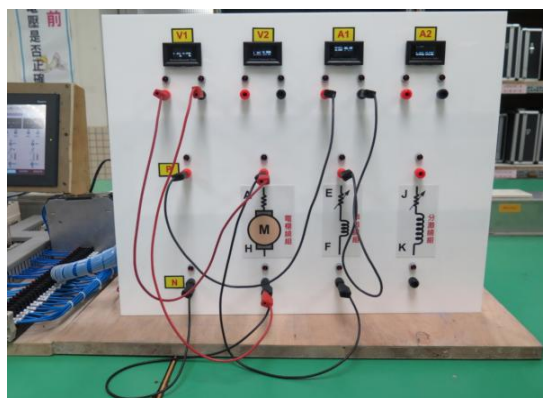


圖 16、直流串激電動機接線完成圖
(資料來源：本研究拍攝)

(三) 自我診斷式學習(以直流長並聯複激式電動機接線實驗為例說明)

若選擇「自我診斷式學習」模式，以圖 17 之直流長並聯複激式電動機接線為例說明。首先建構直流長並聯複激式電動機接線規則庫，規則庫以「AND-OR」方式建立，學生的接線行為只要符合規則庫的條件，即診斷為正確，反之即為錯誤，規則庫如圖 18 所示。

學生依照顯示的電路進行接線，接線沒有順序性，學生只要每完成一條接線，在人機介面上按下「診斷線路」功能按鈕後，Schneider-PLC 就會依實驗接線規則對學生所接的線路進行診斷，如果不是複激式電機實驗的專家規則時，Schneider-PLC 會診斷錯誤接線，並在人機介面上以即時訊息告知學生，診斷學生所練習的實驗接線為何種錯誤，顯示的資訊讓學生可以知道錯誤的地方。

例如學生將電流表接點與「元件」接線時採「並聯」方式連接，則接線規則庫會診斷為錯誤接線，請學生將電流表接點與「元件」接線採「串聯」方式連接。如圖 19 為學生完成一條接線後進行線路診斷，因接線錯誤，人機畫面顯示錯誤情形，提醒學生「請檢查線路再按下診斷線路」。圖 20 為接線正確資訊。

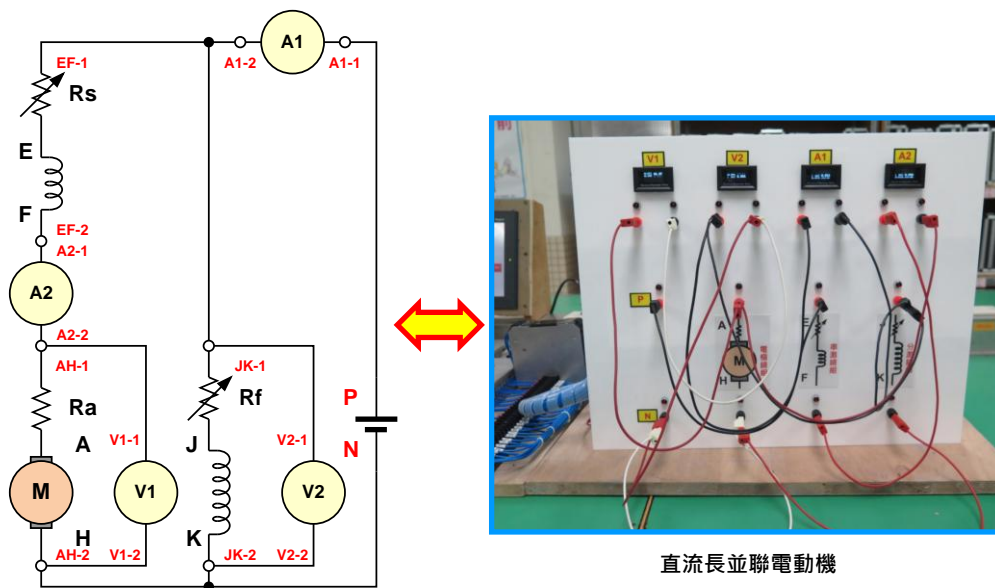


圖 17、直流長並聯複激式電動機接線
(資料來源：本研究繪製與拍攝)

OR	電源P點、電流表A1-1，為同一接點。 AND
	電流表A1-2、串激繞組EF-1、分激繞組JK-1、電壓表V2-1，為同一接點。 AND
	串激繞組EF-2、電流表A2-1，為同一接點。 AND
	電流表A2-2、電樞繞組AH-1、電壓表V1-1，為同一接點。 AND
	電樞繞組AH-2、分激繞組JK-2、電壓表V1-2、電壓表V2-2、電源N點，為同一接點。 AND

圖 18、直流長並聯複激式電動機接線規則庫
(資料來源：研究者繪製)



圖 19、人機顯示「接線錯誤」資訊
(資料來源：本研究拍攝)



圖 20、人機顯示「接線正確」資訊
(資料來源：本研究拍攝)

下頁圖 21 所示，當學生完成所有線路且系統診斷接線線路正確後，人機介面顯示「完成直流長並聯電動機接線實驗」，此時人機介面右側「綠色」啟動鍵出現(紅色虛線處)，若按下啟動鍵，按鍵會修正為「紅色」

停止鍵，並將系統切換到實驗模式，透過訊號收集模組上的 16 組 SR 繼電器動作，將「實體接線模組」轉換到「實際實驗模組」的配線與實驗設備相連接，此時實驗設備就會正常受電，進行相關實驗分析。

若按下圖 22 的「紅色」停止鍵，則所有運作之動作全部暫停，此時按下「重新開始」按鍵，學生可以重新再自主學習接線技能，或是重新選擇學習模式。



圖 21(左)及圖 22(右)、人機畫面顯示「完成直流長並聯電動機接線實驗」資訊
(資料來源：本研究拍攝)

參、結論

近年來技術型高中實驗實習課程縮減，導致學生實作經驗不足，實際面臨實作問題時難以動手完成，於是為彌補實習課程授課數的不足，利用 Schneider-PLC 以專家輔助技術進行實習課程的教導，在接線過程上消除了學生在操作時的安全顧慮，減少昂貴設備之添購與保養花費，提供學生無危險顧慮之學習環境限制，在學習上提供學生模擬實驗的環境，可讓學生透過教學平台即時修正錯誤，學生亦可自行訓練獲取技能知識。本專題減少電機機械接線實驗的複雜性及危險性，將傳統電機機械接線實驗轉移至具有教學診斷之學習模式下，系統加入診斷的機制，學生經由系統引導學習逐步完成電機實驗接線，在人機介面部分導入知識及技能的結合，讓學生透過電機實驗的學習與理論教學相互驗證。

肆、引註資料

- 一、尹玫君、劉世雄(2005)。資訊科技融入教學的學習相關影響因素之研究。當代教育研究，13(2)，p.109-137。
- 二、張基成、周保男(2006)。能力本位網路學習系統之發展、實施與成效評估。科學教育學刊，14(2)，p.209-235。
- 三、張基成、彭星瑞(2008)。網路化檔案評量於國中電腦課程之使用及成效。師大學報：科學教育類，53(2)，p.31-57。